

**FROZEN: ENTRENADOR MULTIMEDIA PARA EL DESARROLLO DE
COMPETENCIAS EN EL ÁREA DE REFRIGERACIÓN Y AIRE
ACONDICIONADO**

**JESÚS DAVID LIZARAZO
DAVID MAURICIO FLÓREZ**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2013

**FROZEN: ENTRENADOR MULTIMEDIA PARA EL DESARROLLO DE
COMPETENCIAS EN EL ÁREA DE REFRIGERACIÓN Y AIRE
ACONDICIONADO**

**JESÚS DAVID LIZARAZO
DAVID MAURICIO FLÓREZ**

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

**DIRECTOR
OMAR A. GÉLVEZ AROCHA
INGENIERO MECÁNICO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2013

DEDICATORIA

A Dios, quien me ha dado la fortaleza y la sabiduría para llegar al final de éste largo camino.

A mi familia, por su motivación y esfuerzo para conseguir éste gran logro.

A mis pastores Walter Zambrano y Herly Soto y la profesora Esperanza Aguilar, quienes con sus consejos me mantuvieron enfocado.

A mis amigos, compañeros y todos quienes en algún momento contribuyeron con un “granito de arena” para concretar esta meta.

JESÚS DAVID LIZARAZO

DEDICATORIA

A Dios, por su omnipotencia y omnipresencia en mi formación espiritual, personal y profesional.

A Nidia y Jaime, mis padres, por su incesante e inmarcesible apoyo, cariño y fe en la superación de sus hijos.

A Mónica, mi hermana, por su entero apoyo, comprensión y amistad perpetua.

A Doña teresa, mi nonita, que siempre estará desde la plenitud.

A Fernando "El Chavo", mi tío, por su colaboración y generosidad para complementar mi formación con experiencias valiosas en la práctica de mi profesión.

A mis familiares, amigos, profesores, compañeros y todos aquellos que estuvieron presentes con su aliento en las alegrías y dificultades de este proceso.

DAVID MAURICIO FLÓREZ

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Omar Armando Gélvez Arocha, docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica, por su colaboración, ayuda desinteresada, apoyo constante durante el desarrollo del proyecto y por su entrañable vocación a la enseñanza.

A Andrea Suarez nuestra amiga y asesora de imagen digital por su paciencia, consejos y valiosas observaciones, por su inimaginable creatividad y pasión por su profesión.

Al grupo de música y danzas tradicionales afro colombianas Macondo de la Universidad Industrial de Santander junto con su director Nicolás "Colacho" Maestre que fueron, son y serán un complemento y sustento a la formación de profesionales.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	25
1. ASPECTOS GENERALES.	27
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	27
1.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA	28
1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO	29
1.3.1 Objetivo General.	29
1.3.2 Objetivos Específicos	29
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	30
1.4.1 HTML.	30
1.4.2 ADOBE FLASH.	32
1.4.2.1 Action Script 2.0 Vs Action Script 3.0.	32
1.4.3 MATHLAB.	34
1.4.3.1 GUIDE.	34
1.4.3.2 Simulink.	35
1.4.4 LABVIEW.	36
1.5 ALTERNATIVA SELECCIONADA	37
2. OBJETOS DE APRENDIZAJE	40
2.1 CARACTERÍSTICAS	41
2.2 FACTORES ESENCIALES EN LA PRODUCCIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE	43
3. MARCO TEÓRICO	47
3.1 VÁLVULAS	47

3.1.1 Válvulas de control de flujo de refrigerante (V.C.F.R).	48
3.1.1.1 V.C.F.R. En sistemas de expansion directa (V.C.F.R.-DX).	48
3.1.1.2 V.C.F.R. En sistemas inundados (V.C.F.R.-SI).	64
3.1.2 Válvulas auxiliares.	76
3.1.2.1 Válvulas auxiliares no pilotadas.	76
3.1.2.2 Válvulas auxiliares pilotadas.	102
3.2 PARÁMETROS DE OPERACIÓN	116
3.2.1 Control de temperatura.	117
3.2.1.1 Actuadores mecánicos o termostatos.	118
3.2.1.2 Reguladores electrónicos.	127
3.2.2 Control de presión.	129
3.2.2.1 Actuadores mecánicos o presóstatos.	129
3.2.2.2 Actuadores electrónicos	135
3.2.3 Control de desescarche.	137
3.2.3.1 Desescarche natural.	140
3.2.3.2 Desescarche eléctrico.	140
3.2.3.3 Desescarche por gas caliente.	141
3.2.3.3.1 Desescarche por gas caliente en sistemas individuales.	142
3.2.3.3.2 Desescarche por gas caliente en sistemas de expansión directa con centrales de compresores.	144
4. FROZEN: IMPLEMENTACIÓN DEL OBJETO	147
4.1 INTERFAZ	152
4.2 BOTONES	153
4.3 ESTRUCTURA DEL SOFTWARE	156
4.3.1 Carpeta principal.	156
4.3.2 Menú principal.	157
4.3.3 Contenido.	158
4.4 EJECUCIÓN DEL SOFTWARE	161

5. MANUAL PARA DESARROLLADORES	163
5.1 ¿QUÉ ES FLASH?	163
5.2 ¿POR QUÉ USAR FLASH?	163
5.3 LA INTERFAZ FLASH	164
5.4 ¿CÓMO DIBUJAR EN FLASH?	165
5.5 CONCEPTOS BÁSICOS	165
5.6 TABLA DE OPERADORES EN AS 3.0	186
5.7 EJEMPLOS DE PROGRAMACIÓN EMPLEADA	194
5.7.1 Ejemplo 1: Abrir un PDF en el explorador predeterminado.	194
5.7.2 Ejemplo 2: Ir a una URL.	195
5.7.3 Ejemplo 3: Ir a un fotograma clave y reproducir.	195
5.7.4 Ejemplo 4: Ir a un fotograma clave y detenerse.	195
5.7.5 Ejemplo 5: Botón Adelante.	196
5.7.6 Ejemplo 6: retroceder la animación.	196
5.7.7 Ejemplo 7: Arrastrar y soltar	197
5.7.8 Ejemplo 8: Zoom con la rueda del mouse.	198
5.7.9 Ejemplo 9: Zoom táctil.	198
5.7.10 Ejemplo 10: Botones Adelante y atrás.	200
5.7.11 Ejemplo 11: Botón deslizante.	201
5.7.12 Ejemplo 12: Efecto de lupa.	203
5.7.13 Ejemplo 13: Numeric stepper.	204
5.7.14 Ejemplo 14: Menú desplegable.	204
5.7.15 Ejemplo 15: Simulación de desescarhe.	207
5.7.16 Ejemplo 16: Efecto quitar la tapa para despiece	211
5.7.17 Ejemplo 17: Menú principal.	212
5.7.18 Ejemplo 18: Hacer click para detener todos los sonidos.	213
5.7.19 Ejemplo 19: Como exportar para Android.	213
5.7.20 Ejemplo 20: Como instalar la aplicación en un dispositivo Android.	215
5.8 BIBLIOGRAFÍA RELACIONADA	216

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	217
BIBLIOGRAFÍA	220
ANEXO	223

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Programación HTML en Adobe Dreamweaver	31
Ilustración 2. Entorno FLASH	33
Ilustración 3. Entorno Matlab	34
Ilustración 4. Aplicación de un GUI	35
Ilustración 5. Matlab y sus múltiples aplicaciones	36
Ilustración 6: Estructura de la herramienta multimedia propuesta, ejemplo control de desescarche.	39
Ilustración 7. Atributos de un OA	43
Ilustración 8. Ejemplo de estructura con tres niveles de navegación.	46
Ilustración 9. Tubo capilar, montaje.	49
Ilustración 10. Válvula de expansión manual	50
Ilustración 11 Esquema de una válvula de termoexpansión con equilibrado interno.	50
Ilustración 12. Válvulas termostáticas	52
Ilustración 13. VTE con balance interno	53
Ilustración 14. Diagrama de un sistema de refrigeración típico	53
Ilustración 15. VTE con equilibrado externo	54
Ilustración 16. Montaje válvula de termo expansión con equilibrado externo.	55
Ilustración 17. Curvas de saturación típicas de una carga cruzada	56
Ilustración 18. Curvas de saturación típicas en una carga gaseosa	58
Ilustración 19. Partes de un servomotor	59
Ilustración 20. Posicionamiento de un servomotor.	60
Ilustración 21. Motores de reluctancia variable y de imán permanente.	61
Ilustración 22. Secuencias para motores de paso simple, doble y medio.	62
Ilustración 23: Esquema de válvulas de expansión con motor paso a paso.	62

Ilustración 24. VTE eléctrica	63
Ilustración 25. VTE eléctrica pilotada	63
Ilustración 26. Esquema válvula presostática	64
Ilustración 27. Montaje de control de nivel al acumulador de un sistema inundado.	65
Ilustración 28. Comparación de esquemas de válvulas de nivel mecánicas.	66
Ilustración 29. Diferentes sensores de nivel	67
Ilustración 30. Tipos de sensores mecánicos para control de nivel de refrigerante	68
Ilustración 31. Sensor de flotador, aplicación.	68
Ilustración 32. Sensor de flotador	68
Ilustración 33. Sensor de diafragma.	69
Ilustración 34. Sensor de membrana.	69
Ilustración 35: Sensor capacitivo, componentes	70
Ilustración 36. Sensor ultrasónico	71
Ilustración 37. Partes de un sensor ultrasónico	71
Ilustración 38. Sensor termostático para control de nivel de refrigerante	72
Ilustración 39. Montaje RT 280.	72
Ilustración 40. Diferencias entre el sensor de flotador para baja presión (izquierda) y para alta (derecha).	73
Ilustración 41: Comparación de esquemas de válvulas de nivel mecánicas.	73
Ilustración 42. Control de nivel de líquido en baja presión mediante válvula mecánica.	74
Ilustración 43. Válvulas pilotadas PM1 y PM3	74
Ilustración 44. Control de nivel en alta presión mediante válvula pilotada1	75
Ilustración 45. Control de nivel en baja presión mediante válvula pilotada1.	75
Ilustración 46. Regulación de presión de evaporación	77
Ilustración 47. Corte de una válvula tipo KVP	77
Ilustración 48. Principio de válvulas reguladoras	79
Ilustración 49. Montaje válvula KVP.	80

Ilustración 50. Montaje de una válvula auxiliar reguladora de capacidad.	81
Ilustración 51. Regulación de capacidad	81
Ilustración 52. Montaje de válvula reguladora de capacidad.	84
Ilustración 53. Montaje válvula tipo KVC.	85
Ilustración 54. Regulación de presión de aspiración	86
Ilustración 55. Montaje de una válvula reguladora de presión aspiración.	87
Ilustración 56. Esquema de la válvula KVL	87
Ilustración 57. Esquema y montaje válvula tipo KVL	90
Ilustración 58. Montaje válvula KVR+NRD.	91
Ilustración 59. Montaje válvula KVR+KVD.	92
Ilustración 60. Montaje válvula KVR+NRD+NRV.	93
Ilustración 61. Corte válvula KVR.	94
Ilustración 62. Regulación de presión de condensación indirecta	95
Ilustración 63. Corte válvula NRD	96
Ilustración 64. Instalación de refrigeración centralizada para temperaturas de cámara fría superiores al punto de congelación.	97
Ilustración 65. Instalación de refrigeración para instalaciones de aire de ventilación.	100
Ilustración 66. Principio de las válvulas auxiliares principales	103
Ilustración 67: Corte válvulas auxiliares principales.	104
Ilustración 68. Tren de válvulas en estación ICF (Danfoss)	105
Ilustración 69. Corte válvula plataforma ICS (Danfoss)	106
Ilustración 70. Ejemplo de desescarche por gas caliente usando válvulas auxiliares principales tipo plataforma (ICF, ICS, PM, danfoss).	107
Ilustración 71. Ejemplo de control de nivel líquido con válvulas auxiliares principales tipo plataforma (ICF, Danfoss).	107
Ilustración 72. Ejemplo de principio básico de las válvulas piloto.	108
Ilustración 73. Válvula piloto de presión constante CVP (Danfoss)	109
Ilustración 74. Ejemplo básico con válvula piloto de presión constante.	109

Ilustración 75. Válvula piloto de presión cte. con presión de referencia CVC (Danfoss)	110
Ilustración 76. Ejemplo básico con válvula piloto de presión constante con presión de referencia.	111
Ilustración 77. Válvula piloto de presión diferencial CVPP (Danfoss).	112
Ilustración 78. Ejemplo básico de válvula piloto de presión diferencial.	112
Ilustración 79. Válvula auxiliar piloto de temperatura CVT (Danfoss)	113
Ilustración 80. Ejemplo básico con válvula piloto de temperatura.	113
Ilustración 81. Válvula piloto de solenoide EVM (Danfoss).	114
Ilustración 82. Ejemplo básico con válvula piloto solenoide.	114
Ilustración 83. válvula piloto electrónica tipo CVQ (danfoss)	115
Ilustración 84. Ejemplo básico con válvula piloto electrónica.	116
Ilustración 85. Termostato bimetal	118
Ilustración 86. Principio del termostato bimetal.	119
Ilustración 87. Aplicación del termostato bimetal en nevera no frost.	119
Ilustración 88. Desescarche de nevera no frost con termostato bimetal y temporizador.	120
Ilustración 89. Ubicación del termostato bimetal y temporizador en el evaporador.	120
Ilustración 90. Termostato de ampolla	121
Ilustración 91. Principio del bimetal de termostato con ampolla de cristal.	121
Ilustración 92. Ampolla de cristal.	122
Ilustración 93. Termostato de ampolla para aire acondicionado.	122
Ilustración 94. Principio del termostato con bulbo y tubo capilar.	123
Ilustración 95. Termostato con bulbo	124
Ilustración 96. Aplicación para control de nivel del termostato de la serie RT.	124
Ilustración 97. Termostato especial RT270, Danfoss	126
Ilustración 98. Control de nivel con termostatos especiales.	127
Ilustración 99. Regulador electrónico JUNO	127
Ilustración 100. Ejemplo de control de temperatura precisa con EKS65 .	128

Ilustración 101. Ejemplo de control de temperatura media con EKS65.	128
Ilustración 102. Presóstato estándar KP5 (Danfoss)	130
Ilustración 103. Control indirecto de presión de condensación con presóstato KP5 (Danfoss).	130
Ilustración 104. Ejemplo de termostato KP 61 en congelador de mostrario.	131
Ilustración 105. Presóstato Diferencial KP 15	132
Ilustración 106. Instalación del presóstato diferencial	133
Ilustración 107. Presóstato diferencial de aceite	133
Ilustración 108. Conexiones eléctricas del presóstato diferencial de aceite MP 55-55A (Danfoss).	134
Ilustración 109. Esquema eléctrico con un presóstato de aceite.	135
Ilustración 110. Controlador electrónico de presión con un transductor de presión.	136
Ilustración 111. Transmisor de presión MBS3200	136
Ilustración 112. Formación de hielo en la superficie del serpentín	138
Ilustración 113. Falla por bajo desescarche	138
Ilustración 114. Detalle válvula de expansión térmica	139
Ilustración 115. Evaporador escarchado	139
Ilustración 116. Evaporador escarchado	139
Ilustración 117. Circuito con desescarche eléctrico	141
Ilustración 118. Diagrama de tiempo para el desescarche eléctrico	142
Ilustración 119. Desescarche eléctrico en sistemas Individuales	143
Ilustración 120 Desescarche eléctrico, posibles variaciones	144
Ilustración 121. Ejemplo 3	145
Ilustración 122. Controlador EKC 202 y sus conexiones.	145
Ilustración 123. Interfaz FROZEN	153
Ilustración 124: Distribución de los botones principales	153
Ilustración 125. Archivo autoejecutable de inicio	157
Ilustración 126. Menú principal desplegado	158
Ilustración 127. Menú de capítulo	159

Ilustración 128. Botón Clasificación	160
Ilustración 129. Botón clasificación	160
Ilustración 130. Botón actividad	161
Ilustración 131. Aplicación para Android	162
Ilustración 132. Ejecución del software en Android	162
Ilustración 133. Interfaz de flash CS5	164
Ilustración 134. Propiedad alfa	167
Ilustración 135. Cabeza lectora	168
Ilustración 136. Visualización de las capas	169
Ilustración 137. Cambio de escenas en Flash	171
Ilustración 138. Tipos de fotograma clave	172
Ilustración 139. Interpolación	174
Ilustración 140. Convertir en símbolo	176
Ilustración 141. Partes de la línea de tiempo	178
Ilustración 142. Propiedad máscara.	185
Ilustración 143: Zona activa de un botón.	186
Ilustración 144. Ejemplo 1, zoom empleado en la válvula PM1	197
Ilustración 145. Ejemplo 2, botones adelante y atrás	200
Ilustración 146. programación botones de adelante y atrás.	200
Ilustración 147. Ejemplo 3, botón "Slider".	202
Ilustración 148. Efecto de lupa.	203
Ilustración 149. Numeric Steeper	204
Ilustración 150. Contenido menú desplegable	204
Ilustración 151. Estructura de la animación de desescarche	209
Ilustración 152. Línea de tiempo para efecto de despiece	211
Ilustración 153. Opciones de publicación para Android.	214
Ilustración 154. Configuración de AIR para Android.	214
Ilustración 155. Interfaz FROZEN	231
Ilustración 156. Distribución de los botones principales	231
Ilustración 157. Opción de información adicional	234

Ilustración 158. Archivo autoejecutable de inicio	235
Ilustración 159. Menú principal desplegado	236
Ilustración 160. Menú de capítulo	236
Ilustración 161. botón Clasificación	237
Ilustración 162. Botón clasificación	238
Ilustración 163. Botón actividad	238

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Problemas típicos de una válvula de termoexpansión.	51
Tabla 2. Temperaturas de cámaras frías.	98
Tabla 3. Parámetros de desescarche	146
Tabla 4. Acciones realizadas por los botones.	154
Tabla 5: Operadores de AS 3.0	186
Tabla 6. Acciones realizadas por los botones.	232

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. CONTENIDO DE AYUDA	223

RESUMEN

TÍTULO: FROZEN: ENTRENADOR MULTIMEDIA BASADO EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN EL ÁREA DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO*

AUTORES: JESÚS DAVID LIZARAZO
DAVID MAURICIO FLÓREZ**

PALABRAS CLAVES: Objeto de aprendizaje, Refrigeración, Herramienta Multimedia, Flash, Frozen, Válvulas, Parámetros de operación, Desescarche, Presóstato, Termostato, Control, Aplicación Android, Aplicación MAC.

DESCRIPCIÓN:

La herramienta multimedia FROZEN es un medio interactivo para el complemento en la formación en el área de refrigeración y aire acondicionado del Ingeniero Mecánico, facilitando al estudiante el aprendizaje de los temas: Válvulas y Parámetros de operación de una manera práctica.

Este software está diseñado usando la plataforma de desarrollo Adobe Flash CS3 y CS6 junto con el alojamiento web Dropbox; para las actividades se emplea la versión demo de Wondershare Quiz Creator. Su plataforma de ejecución es Adobe Flash Player 11.1, Android, Mac y Windows.

La herramienta está dividida en dos módulos, Válvulas y Parámetros de operación, el primero describe el funcionamiento de los elementos auxiliares necesarios para un arranque y operación adecuada, de un sistema de refrigeración y aire acondicionado, junto con las válvulas más empleadas para controlar el flujo de refrigerante hacia el evaporador en sistemas inundados y de expansión seca. El segundo módulo muestra la forma como se controlan las variables de operación más importantes: presión, temperatura y el proceso de desescarche.

Además, la herramienta brinda la posibilidad de incorporar nuevo material, ya que su diseño es flexible, modular e incluye una completa guía para la elaboración de herramientas multimedia en Flash, la cual apoya al lector en el proceso de aprendizaje de éste potente software de desarrollo, ofreciendo contenido para el dibujo, animación y programación de código Action Script 3.0. También contiene material de ayuda como video tutoriales, archivo de preguntas frecuentes y glosario.

* Proyecto de grado

** Facultad de ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director Omar Armando Gélvez Arocha

SUMMARY

TITLE: FROZEN: MULTIMEDIA TRAINING BASED ON THE SKILLS DEVELOPMENT IN THE REFRIGERATION AND AIR CONDITIONG AREA*

AUTHORS: JESÚS DAVID LIZARAZO
DAVID MAURICIO FLÓREZ**

KEY WORDS: learning object, refrigeration, multimedia tool, flash, frozen, valves, defrosting, pressure switch, thermostat, relay, Android application, MAC application.

DESCRIPTION:

The multimedia tool Frozen is an interactive method used to complement the Mechanical Engineer development in the refrigeration and air conditioning areas. It facilitates the learning of two topics: Valves and Operation parameters, in a practical way.

This software was designed using the development platform Adobe Flash CS3 and CS6 along with the web hosting Dropbox. For the activities, the demo version of Wondershare Quiz Creator was used. Its launch pad is Adobe Flash Player 11.1, Android, Mac and Windows.

The tool is divided into two modules: Valves and Operation Parameters. Valves describes the functioning of the fittings needed for a properly start and performance of a refrigeration and air conditioning system; as well as the most used valves to control the flow of the refrigerant toward the evaporator in flooded and dry expansion systems. Operation Parameter shows the way in which the most important operation variables are controlled: Presion, Temperature and the defrosting process.

Frozen offers the possibility to incorporate new material because it has a flexible and modular design and includes a complete guide for the creation of multimedia tools in Flash, which will support the user during his learning process on this powerful development software by offering content for the drawing, animation and programming on Action Script 3.0 code. The tool contains also help material such as tutorial videos, frequently asked questions archive and glossary.

* Graduation Project

** Faculty of Physics-Mechanic Engineerings, School of Mechanic Engineering, Director Omar Armando Gélvez Arocha

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de grado complementa la labor educativa de la escuela de Ingeniería Mecánica en la asignatura de refrigeración y aire acondicionado, permitiendo que el estudiante profundice fuera de clase los temas de válvulas y parámetros de operación de manera interactiva, mediante animaciones, simulaciones, videos, enlaces de interés y PDF's de libros, catálogos, manuales e instructivos de algunos de los principales fabricantes.

El proyecto **“FROZEN: ENTRENADOR MULTIMEDIA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN EL ÁREA DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO”** consta de dos módulos que agrupan la información de temas concluyentes en el desarrollo de la asignatura, como son los temas de válvulas y parámetros de operación, además busca que el estudiante de manera autónoma complemente su conocimiento.

En el capítulo 1 se presentan las generalidades del proyecto, la identificación del problema y las alternativas analizadas para su solución.

En el capítulo 2 se describe el marco teórico necesario para elaborar un objeto de aprendizaje, sus características sobresalientes y los factores necesarios en su elaboración.

En el capítulo 3 se presenta la teoría que enmarca el contenido de la herramienta, se muestra en detalle las válvulas que se emplean para controlar el flujo de refrigerante y elementos auxiliares, así como el control de los parámetros de operación en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

En el capítulo 4 se describe la herramienta elaborada, la función que cumplen sus botones, y la estructura del contenido del software.

En el capítulo 5 se elabora un “manual para desarrolladores”, contiene pautas para la elaboración de contenido en flash, así como ejemplos de la programación empleada en el presente proyecto.

El capítulo 6 contiene las conclusiones y recomendaciones del trabajo de grado.

1. ASPECTOS GENERALES.

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Es evidente que el mercado laboral colombiano se hace más exigente y cambia cada día, demandando ingenieros altamente calificados, actualizados en todos los campos de acción; de modo que se hace necesario y casi obligatorio el desarrollo de cursos y capacitaciones para responder a los altos estándares exigidos por las empresas.

La escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander se ha interesado en abrir nuevos espacios de capacitación a nivel académico, técnico y científico, proyectándose a abrir una serie de nuevas especializaciones con el fin de cumplir con los principios institucionales de generar y adecuar nuevos conocimientos¹, y de éste modo impactar positivamente la región.

En la actualidad el único programa de postgrado que ofrece la escuela de Ingeniería Mecánica es la especialización en Gerencia de Mantenimiento, por tanto, es necesario ampliar y complementar el portafolio de servicios que ésta ofrece, con más programas de postgrado, como la especialización en Refrigeración Industrial, para lo cual es necesaria la elaboración de material didáctico.

Los desarrollos tecnológicos han masificado el uso las Tecnologías de la Información y la comunicación, y desde el gobierno nacional se han emprendido esfuerzos para promover el uso de las mismas, como lo evidencia la creación en

¹ Universidad Industrial de Santander (sf). Principios de la Universidad Industrial de Santander, recuperado el 10 de junio de 2012 de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/principios.html>

el 2009 del Ministerio TIC, ya que el uso de éstas herramientas en el aula amplía las posibilidades de aprendizaje de los estudiantes, propiciando un aprendizaje significativo en un ambiente interactivo, dando al estudiante mejores bases al percibir una visión ampliada de las vivencias en campo.

Desde el punto de vista pedagógico, la evaluación de los estudiantes por competencias ha demostrado ventajas, a tal punto que el Ministerio de Educación Nacional ha “emprendido acciones tendientes a la formulación de competencias genéricas, o transversales a todos los núcleos de la formación en educación Superior”², y el desarrollo de las denominadas Competencias laborales que son importantes en el ejercicio de la profesión.

1.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

El desarrollo de material didáctico novedoso que afiance las competencias y habilidades acorde con los requerimientos del mercado laboral en el campo de la refrigeración y de aire acondicionado, es un recurso de gran utilidad para la Escuela de Ingeniería Mecánica, porque amplía el portafolio de servicios ofrecidos por la escuela, no sólo en la consolidación de la especialización proyectada en el área de “Climatización y refrigeración”, sino también en el curso electivo que se ofrece en pregrado.

Los objetos de aprendizaje potencializan las inversiones de la Escuela, además de ser un recurso para estudiantes de la especialización proyectada, los cuales por lo general se encuentran laborando y no disponen de tiempo en los horarios de oficina; por lo tanto el uso de un OA representa ventajas como: comodidad,

² Ministerio de Educación Nacional MEN (sf). Propuesta de lineamientos para la formación por competencias en educación superior. Recuperado el 15 de junio de 2012 de: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-261332_archivo_pdf_lineamientos.pdf

disponibilidad “just in time” de la información, sirve para una variedad de estilos de aprendizaje individuales, desarrollan el pensamiento creativo, fortalecen la autonomía mediante el auto aprendizaje y la autoevaluación, convierten vivencias en experiencias educativas mediante la actitud reflexiva, etc.

Por otra parte, la elaboración de éste proyecto se convierte en referente para futuros trabajos de grado, incentivando éste tipo de propuestas para responder a la actual necesidad y exigencia de disponer de material educativo digital y funcional de calidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO

1.3.1 Objetivo General. Contribuir a la mejora de los procesos de enseñanza - aprendizaje en los programas de pregrado y postgrado de la escuela de ingeniería mecánica, aportando así al desarrollo de la misión de la universidad industrial de Santander en la formación de profesionales con alta calidad y desempeño laboral eficiente.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar una herramienta multimedia para el área de refrigeración basada en Adobe flash CS6 para lo cual se deberá:
 - Diseñar la estructura general del software que permita la integración flexible de diferentes contenidos del tema tratado.
 - Desarrollar los siguientes módulos del contenido:
 - Válvulas:
 - Sistemas de expansión directa

- Sistemas inundados
- Válvulas auxiliares
- Parámetros de operación:
 - Control de presión
 - Control de temperatura
 - Control de desescarche
- Disponer la estructura de la herramienta multimedia de manera que facilite la integración de nuevos proyectos que complementen este material.
- Realizar un manual que facilite la elaboración de material complementario a este trabajo con futuros proyectos de grado, en temas como Compresores y sistemas multietapas, Evaporadores, Condensadores, Sistemas de refrigeración y climatización, Aplicaciones Industriales, etc.

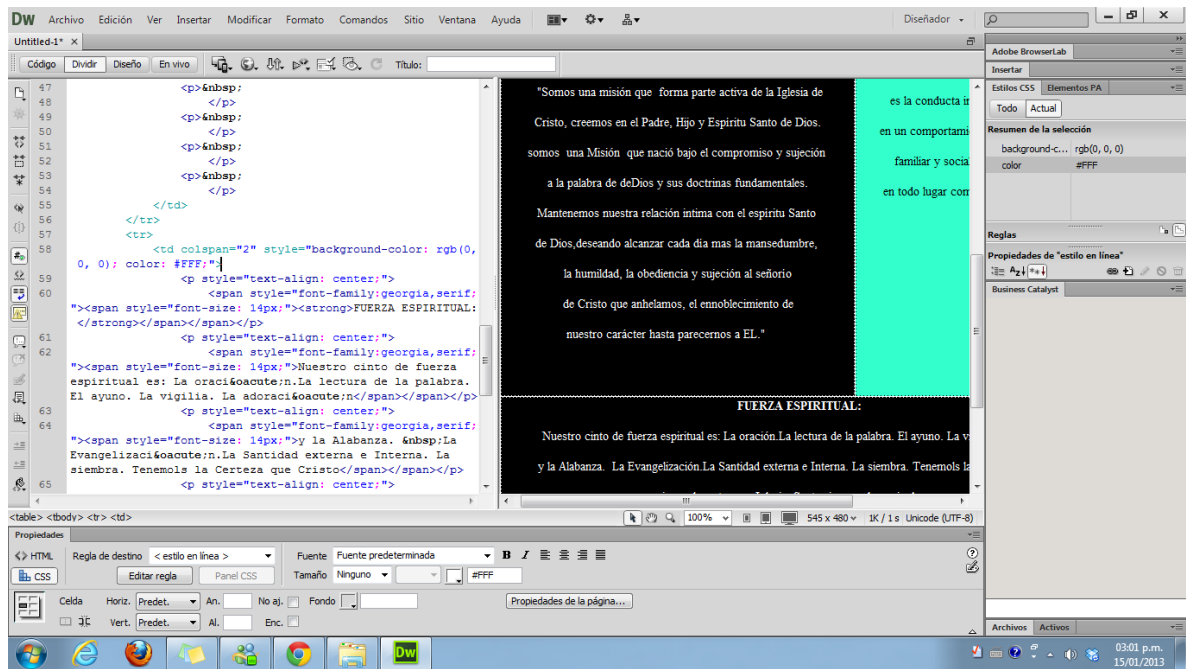
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En la actualidad existen diferentes entornos de programación, a continuación se realiza un análisis de las alternativas existentes en el mercado para el desarrollo de software similar.

1.4.1 HTML. Siglas de Hyper Text Markup Language (lenguaje de marcado de hipertexto), es un formato versátil de programación, se emplea para describir en forma de texto la estructura y contenido de una página web. Se basa en emplear etiquetas o marcas, que consisten en breves instrucciones de comienzo y final, mediante las cuales se determinan la forma en la que debe aparecer en el navegador texto, imágenes y demás elementos.

Un ejemplo de éste estilo de programación es la siguiente imagen, la cual muestra al lado izquierdo la programación basada en código HTML y en el lado izquierdo su visualización:

Ilustración 1. Programación HTML en Adobe Dreamweaver



Fuente: Los autores

Ventajas:

- Ampliamente conocido y empleado, todos los computadores cuentan con al menos un navegador.
- Las aplicaciones de texto son muy livianas, rápidas y ocupan poco espacio.
- Puede ser creado en cualquier editor de texto, no requiere la instalación de software de ningún tipo.
- Existen editores WYSIWYG³ como KompoZer, Microsoft FrontPage o Adobe Dreamweaver, los cuales aceleran el proceso de diseño de un entorno HTML.

³WYSIWYG: Siglas de What You See Is What You Get, lo que ves es lo que tienes, para referirse a editores de código que permiten visualizar el aspecto de lo que se programa.

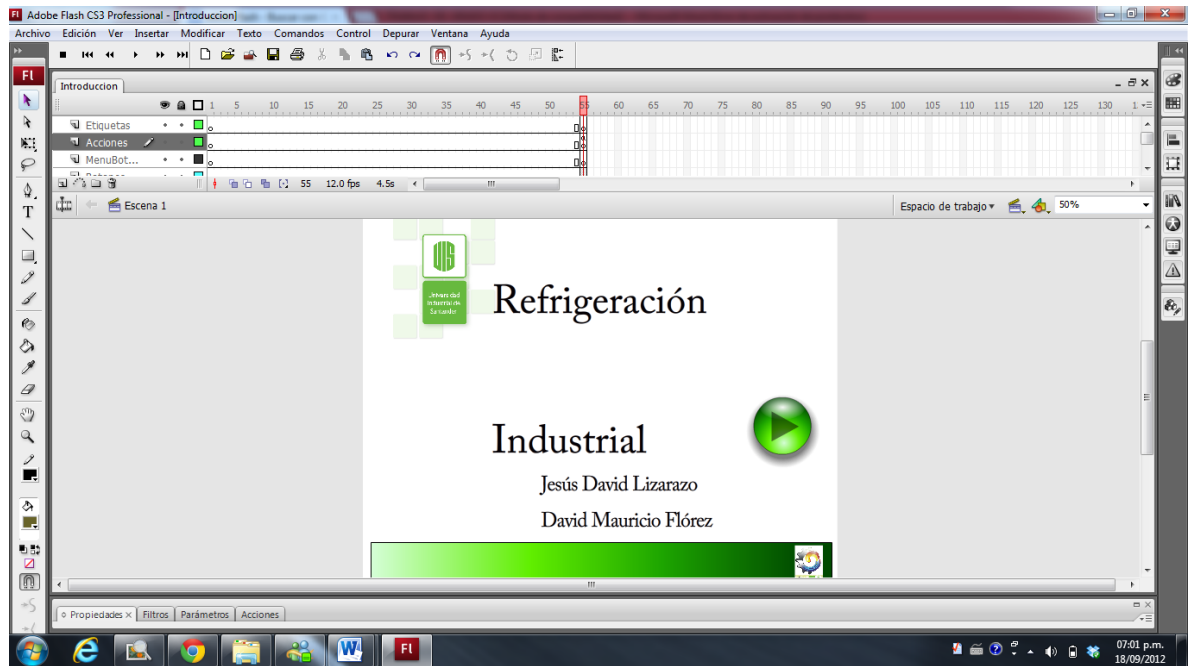
Desventajas:

- Se logra una interfaz poco “amigable”.
- Se presentan algunas variaciones dependiendo del navegador que se esté empleando.
- Aunque admite elementos lógicos, fue diseñado para desarrollar una interfaz gráfica liviana para páginas web.

1.4.2 ADOBE FLASH. Es un programa de edición multimedia que puede ser empleado en la elaboración de animaciones sencillas hasta complejos programas, ya que incluye “ACTION SCRIPT”, que es un sencillo pero completo lenguaje de programación que expande enormemente los límites de éste software, incluso posee dos variaciones de éste, adaptándose a las necesidades del programador.

1.4.2.1 Action Script 2.0 Vs Action Script 3.0. Action Script 2.0 es un lenguaje más amigable con el programador, orientado a objetos que permite escribir código dentro de los “botones”, haciendo que la programación sea mucho más sencilla; por otra parte, AS 3.0 es mucho más potente, con una sintaxis mucho más rigurosa; sin embargo se puede seleccionar fácilmente la versión en la que se desea trabajar, ya que todos los programas para desarrollar flash traen incorporadas ambas.

Ilustración 2. Entorno FLASH



Fuente: Los autores

Ventajas:

- Fue desarrollado para crear animaciones, por lo tanto tiene gran variedad de herramientas gráficas, haciendo que el producto final sea atractivo visualmente.
- Permite la programación de código lógico mediante Action Script.
- La extensión swf (producto final) puede ser reproducida desde gran variedad de dispositivos móviles como tabletas, Iphone, etc.
- Aunque la ejecución del archivo requiere del reproductor “adobe flash player”, éste es ampliamente difundido, al punto que todos los computadores poseen por lo menos la versión 9.0, y se ofrecen aplicaciones gratuitas de éste para dispositivos móviles.
- El archivo original editable puede ser exportado en diferentes formatos para trabajar en Android, equipos con sistema operativo Linux o Windows, entre otros.

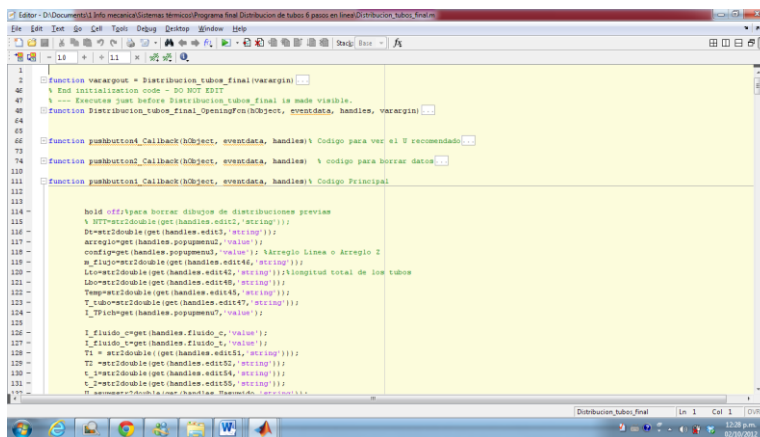
- La versión del desarrollador CS6 permite crear y emplear “fragmentos de código” lo cual facilita la programación.
- Se pueden desarrollar programas específicamente para dispositivos móviles que incluyan gestos específicos de éstos, como el zoom a dos dedos, girar la pantalla al girar el dispositivo, etc.

Desventajas:

- En la actualidad la casa Adobe no ofrece soporte para las aplicaciones de Flash en dispositivos móviles.
- La programación de AS 2.0 no es completamente compatible con AS 3.0 y viceversa.

1.4.3 MATHLAB. Matlab (MATrixLABoratory o "laboratorio de matrices") es un potente software matemático, entre sus funciones ofrece el manejo de matrices, implementación de algoritmos, creación de interfaces con el usuario (GUI), y la comunicación con otros programas y dispositivos de Hardware.

Ilustración 3. Entorno Matlab

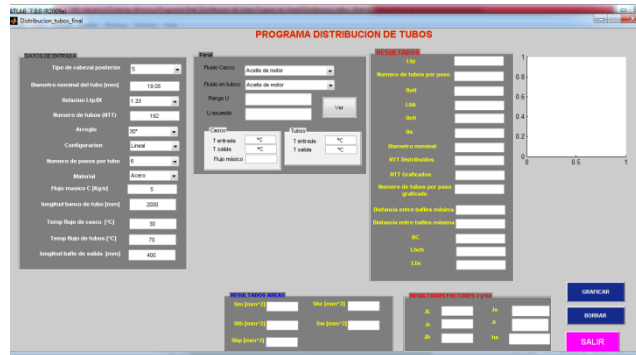


Fuente: Autores

1.4.3.1 GUIDE. Sigla de GraphicUser Interface o Interfaz Gráfica de Usuario y hace referencia a un conjunto de métodos y formas (botones, íconos, ventanas,

fuentes, etc.) los cuales permiten interactuar con el usuario en un entorno mucho más “amigable”.

Ilustración 4. Aplicación de un GUI



Fuente: Autores

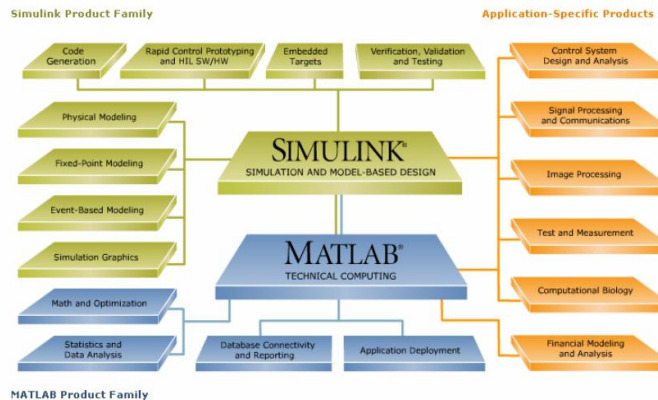
1.4.3.2 Simulink. Simulink es una herramienta interactiva para modelar, simular y analizar sistemas dinámicos⁴; proporciona un entorno gráfico interactivo pensado para diseñar, simular, probar e implementar una gran variedad de sistemas a lo largo del tiempo. Esto permite definir de una forma lógica las diferentes etapas del proceso de diseño de un determinado sistema.

Ventajas:

- Potente y versátil.
- Acceso a las propiedades de los fluidos mediante la elaboración de tablas.
- Permite crear interfaces y programar mediante código M (propio de Matlab).
- Relativamente fácil de programar.
- Amplio soporte, es un programa muy difundido, por tanto es fácil acceder a información, soporte, tutoriales, etc.

⁴Tangient L (2012). Simulink-Aplicación-Scd. Recuperado el 6 de junio de 2012 en <http://simulink-aplicacion-scd.wikispaces.com/1.+Introducci%C3%B3n>.

Ilustración 5. Matlab y sus múltiples aplicaciones



Fuente:<http://biocomp.cnb.csic.es/~coss/Docencia/MATLAB/ApuntesGrande.pdf>

Desventajas:

- No permite realizar la animación de las imágenes, no está enfocado en el diseño gráfico.
- Posee su propio lenguaje de programación.
- Alto consumo de recursos de memoria RAM, haciendo que las aplicaciones se vean lentas en computadores no muy potentes.
- Costo.

1.4.4 LABVIEW. Acrónimo de Laboratory Virtual Instrumentation Environment Workbench; es un potente software de diseño de sistemas construido específicamente para tareas realizadas por ingenieros y científicos⁵, posee un lenguaje de programación gráfico, recomendado para pruebas, control y diseño (simulado o real) pensado para acelerar la productividad de las empresas que lo usan.

Los programas producidos en LabView son llamados Instrumentos Virtuales, esto se debe a que estas aplicaciones tienen aspecto de instrumento de

⁵National Instruments. Software LabVIEW para Diseño de Sistemas. Recuperado el 2 de Octubre de 2012 en <http://www.ni.com/labview/esa/>

medida/control, a través de una pantalla de PC que se denomina Panel; también puede realizar la medición de señales y ejercer control sobre ellas por medio de un hardware denominado tarjeta de adquisición de Datos (DAQ).

Ventajas:

- Lenguaje de programación gráfico, intuitivo y fácil de aprender, por lo cual se reduce el tiempo de desarrollo.
- Puede llegar a tener una riqueza visual considerable.

Desventajas:

- Carece de un entorno con herramientas para el diseño gráfico.

1.5 ALTERNATIVA SELECCIONADA

Teniendo en cuenta las características que debe tener un Objeto de Aprendizaje descritas en el marco teórico del presente proyecto se optó por plantear el contenido de la asignatura en cinco Módulos independientes y autocontenibles; de los cuales se desarrollarán los dos primeros denominados “Válvulas” y “Parámetros de Operación”, elaborados en Adobe flash y lenguaje de programación Action Script 3.0 con el fin de cumplir los estándares de calidad visual y hacerlos reutilizables e interoperables, por ser éste un formato ampliamente difundido.

La carpeta principal contendrá un archivo autoejecutable (.exe) desde el cual se mostrará una pequeña animación y permitirá la posibilidad de acceder al menú principal o a un tutorial, en el cual se enseña cómo manejar el instrumento.

Desde el menú principal se podrá acceder al contenido de cada módulo, luego de seleccionar el capítulo, se accede al menú de capítulo, el cual presenta las cuatro fases en las que se divide cada capítulo:

Generalidades: Presenta los requisitos necesarios para garantizar un aprendizaje mediante la herramienta, también presenta una ambientación del tema que se desea tratar.

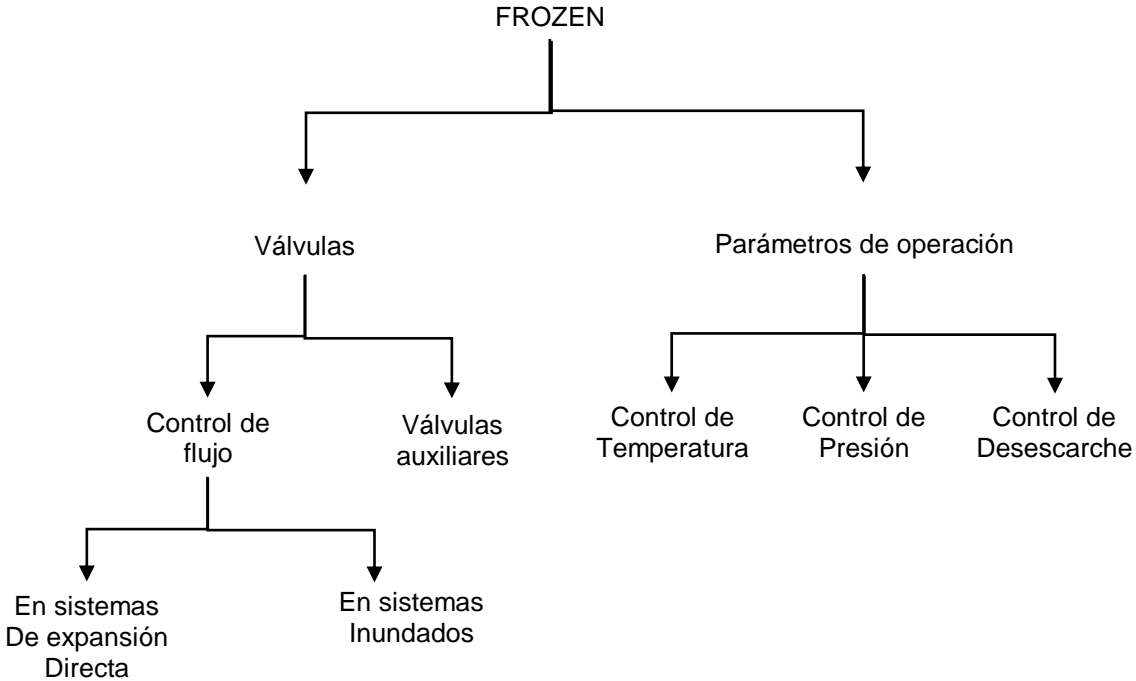
Clasificación: Muestra los diferentes métodos o mecanismos para realizar el proceso que se explica.

Aplicaciones: Muestra diversos circuitos en los que se emplean los procesos o válvulas explicadas en la clasificación.

Actividad: La actividad pone a prueba los conocimientos adquiridos en el capítulo mediante una serie de preguntas, ejercicios o tareas a realizar.

A continuación se muestra el esquema general de la herramienta.

Ilustración 6: Estructura de la herramienta multimedia propuesta, ejemplo control de desescarche.



Fuente: Los autores

2. OBJETOS DE APRENDIZAJE

Un objeto virtual de aprendizaje se define como “todo material estructurado de una forma significativa, asociado a un propósito educativo y que corresponda a un recurso de carácter digital que pueda ser distribuido y consultado a través de internet”. Por su parte, el Ministerio de Educación Nacional en su definición adiciona tres componentes internos que debe tener:

- Contenidos
- Actividades de aprendizaje
- Elementos de contextualización.

También realiza una clasificación de los mismos en el marco del “Concurso de méritos: Objetos Virtuales de Aprendizaje”, de acuerdo a su contenido e interactividad, catalogándolos en varios grupos de los cuales se destacan:

1. **Cursos que promueven el uso de Ambientes Virtuales de Aprendizaje**, los cuales son de compleja elaboración tecnológica o pedagógica; emplean Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) como apoyo al docente.
2. **Simuladores**, estos son objetos de aprendizaje cuyo fin es modelar una parte de la realidad, su propósito es que el usuario construya su conocimiento con base en la exploración, la inferencia y el aprendizaje por descubrimiento; deben tener un alto grado de interactividad permitiendo variar los parámetros y ver cómo reacciona el sistema.
3. **Aplicativos multimedia**, son los que integran elementos textuales (secuenciados o hipertextuales) con componentes audiovisuales (gráfico, sonido, videos, etc.).

4. **Tutoriales**, corresponden a instructivos de auto aprendizaje, los cuales guían al usuario en la ejecución de una secuencia de pasos necesarios para el desarrollo de una determinada actividad. Generalmente se desarrollan en cuatro etapas: Primero, la Introdutoria, en la cual se debe captar la atención del usuario y motivar a seguir adelante, la segunda, la Orientación inicial, en la que se da la codificación, almacenaje y retención de lo aprendido, tercera, la Aplicación, en la que debe haber evocación y transferencia de lo aprendido y por último, la Retroalimentación, en la que se demuestra lo aprendido y se ofrece una retroalimentación y un refuerzo.
5. **Animaciones**, consisten en una secuencia de imágenes para generar movimiento; se emplean para efectuar demostraciones o simulaciones y pueden ser planas o animaciones 3D.
6. **Videos**, son una aplicación multimedia cargada de información que combina audio e imagen móvil.
7. **Documentos Interactivos**, son documentos que poseen un sistema de navegación que facilita el acceso a los contenidos y consulta de hipertexto.
8. **Colecciones de imágenes estáticas**, son ilustraciones y fotografías de por lo menos cinco objetos que en sí mismos explican un concepto.

2.1 CARACTERÍSTICAS

Los objetos de aprendizaje deben ser **reutilizables**, en otras palabras, ofrecen la posibilidad no sólo de crear nuevos contenidos educativos a partir de ellos para el desarrollo de un tema específico, también permiten integrarlos con otros

existentes, crear nuevas estructuras del contenido y encontrar rutas distintas de enseñar-aprender.

También deben ser **autocontenibles** (MEN, 2006), es decir, que sus elementos tengan sentido por sí mismos y permitan por sí solos lograr el objetivo de aprendizaje para el que fueron creados, por tanto pueden ser empleados en educación presencial como en e-Learnning, contribuyendo a la formación autónoma del conocimiento por parte del estudiante, lo cual es “uno de los objetivos educativos más vigentes en el mundo de hoy, donde el avance de la ciencia y la tecnología exige con más fuerza seres humanos capaces de aprender por sí solos” ⁶

Por otro lado deben ser **interoperables**, funcionar en cualquier plataforma con el fin de garantizar el desarrollo de las actividades del docente que emplea el OA, el intercambio entre instituciones, etc. Previendo cambios por actualizaciones y cambios de versión para garantizar que sean **durables** y **actualizables** posteriormente.

⁶ Ministerio de Educación Nacional. Función educativa de los Objetos de Aprendizaje e Informativos. Consultado Septiembre 28 de 2012, en Portal Aprende en Línea <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/men/oac1.html>

Ilustración 7. Atributos de un OA



Fuente: <http://tecnologiaenambientesdeaprendizaje.blogspot.com/2010/04/objetos-de-aprendizaje.html>

2.2 FACTORES ESENCIALES EN LA PRODUCCIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

Según la clasificación de la Universidad de Salamanca⁷ existen cuatro aspectos esenciales en la evaluación y producción de objetos de aprendizaje los cuales son:

⁷Morales, E.; García, F.; Moreira, T.; Rego, H. y Berlanga A., (2006). Valoración de la calidad de Unidades de Aprendizaje. Revista de Educación a Distancia. España: Universidad de Murcia. Consultado junio 16 de 2012, en <http://en.scientificcommons.org/22209559>.

Aspecto Psicopedagógico: Los objetivos del OA deben ser claros, explícitos, de modo que el estudiante pueda evaluar sus logros o dificultades a la hora de cumplir con los objetivos propuestos. Deben guiar al estudiante en lo que se espera que consiga al interactuar con el Objeto de Aprendizaje.

El contenido debe ir en concordancia con los objetivos propuestos, evidenciando veracidad, profundidad, organización lógica; así mismo pertinente con el aprendiz, permitiéndole relacionarlo con sus conocimientos previos de modo que posibilite un aprendizaje significativo.

Aspectos Didácticos-curriculares: Un objeto de requiere contenido y actividades que brinden información útil sobre su desempeño, que puedan ser evaluadas por el sistema o por un tutor, y así mismo, le facilite establecer metas de aprendizaje. Debe incluir sistemas de seguimiento y evaluación para facilitar el autocontrol del trabajo y la autorregulación del proceso, para identificar los avances o dificultades en el aprendizaje.

Además es necesario tener en cuenta la versatilidad didáctica, es decir, la capacidad del OA para adaptarse a otros contextos académicos; no es conveniente tener un OA demasiado especializado, ya que su aplicación es limitada, por tanto es importante que se produzca con flexibilidad curricular.

Aspectos técnicos - estéticos: Estos aspectos deben favorecer en todo momento el aprendizaje, teniendo en cuenta aspectos tanto estéticos como técnicos y procurando siempre una presentación atractiva, estética, comprensible y de fácil manejo; según Del Moral⁸ los aspectos más relevantes son:

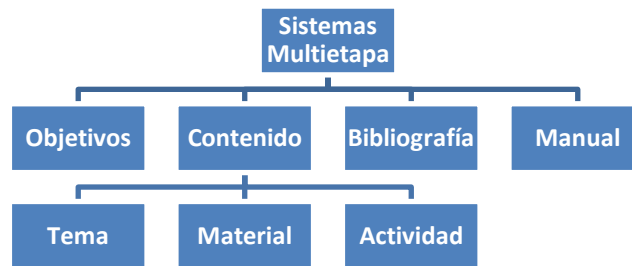
⁸Del Moral Pérez, M. E. (1998). Diseños formativos de sistemas hipertextuales integrados y abiertos. Revista Aula Abierta No. 72. Universidad de Oviedo: Instituto de Ciencias de la Educación, pp. 189 – 203.

- Todos los datos necesarios para la ejecución de una operación tienen que estar disponibles.
- Se debe mantener la consistencia de una pantalla a otra.
- Se deben utilizar frases afirmativas cortas y sencillas.
- Establecer alguna forma alternativa de orden en las listas y datos cuando no se usa el orden alfabético.
- Garantizar que cada campo de entrada de datos tenga su etiqueta asociada.
- Alinear los iconos o textos a la izquierda o en la parte inferior para propiciar una búsqueda más rápida.
- Mostrar la relación de páginas y el modo de llegar a ellas, de forma tanto consecutiva como arbitraria.
- Utilizar la codificación mediante colores para dar una semántica a la interfaz de usuario. Por ejemplo, dotar a cada módulo de un color para que sirva de identificación temática.

También es importante explotar todos los recursos que ofrece la multimedia: video, imágenes, sonidos, texto, etc. los cuales se pueden presentar de manera simultánea con el fin de enriquecer las representaciones que se forman los aprendices.

Aspectos Funcionales: es importante que para el usuario final el OA sea fácil de manejar, intuitivo, de modo que pueda acceder fácilmente a sus funcionalidades, se recomienda emplear máximo tres niveles de navegación, para que sea fácil de navegar y no presentar problemas en el recorrido al interior del mismo.

Ilustración 8. Ejemplo de estructura con tres niveles de navegación.



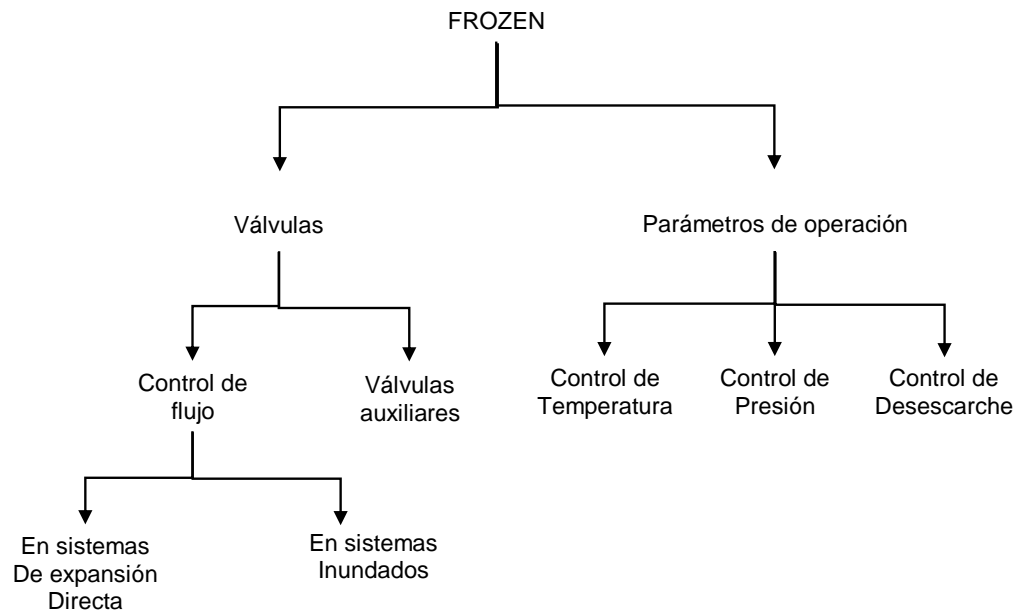
Fuente: Autores

Además, la producción de los Objetos debe partir de principios de usabilidad tales como:

- Comunicar el objetivo al usuario, de tal forma que sepa que esperar del material y las actividades a las cuales se está enfrentando.
- Informar siempre acerca de su ubicación dentro del Objeto, de tal forma que el usuario se concentre en el contenido y no en su navegación.
- El usuario debe sentir control sobre el Objeto. Por ejemplo, permitir deshacer una acción siempre que sea funcional u operativa. En procesos de varios pasos, se debe permitir al usuario volver a pasos anteriores y modificarlos. No se deben iniciar de manera automática acciones que el usuario no ha ordenado explícitamente.
- El sitio debe ser consistente internamente, usando los mismos elementos y los mismos términos en los botones y enlaces a través de todo el Objeto. Además, las mismas acciones deben llevar a los mismos sitios.
- Evitar la información irrelevante y ceñirse a lo necesario.
- El usuario debe recibir ayuda cuando lo necesite.

3. MARCO TEÓRICO

En este proyecto se desarrolló una herramienta multimedia y material de ayuda para futuros proyectos de grado, ésta primera permite de una manera interactiva conocer a fondo el funcionamiento de los diferentes componentes de un sistema de refrigeración con el fin de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en los programas de pregrado y postgrado desarrollados por la escuela de ingeniería mecánica de la Universidad Industrial de Santander, de los cuales se construyeron dos módulos organizados de la siguiente manera:



3.1 VÁLVULAS

En refrigeración se emplean una gran variedad de válvulas con diferente finalidad, para fines de organización se clasificaron en dos grandes grupos:

- Válvulas de control de flujo de refrigerante, las cuales constituyen la principal válvula de un sistema (ya sea de expansión directa o inundado)
- Válvulas auxiliares, en el cual se encuentra gran variedad de elementos.

3.1.1 Válvulas de control de flujo de refrigerante (V.C.F.R). Las válvulas de control de flujo de refrigerante o válvulas primarias constituyen el corazón del circuito refrigerante, ya que en ellos se produce la expansión del refrigerante, por lo tanto regulan directamente la potencia del evaporador a través del refrigerante inyectado.

Los dispositivos de expansión se clasifican en:

- Válvulas para sistemas de expansión directa
- Válvulas para sistemas inundados

3.1.1.1 V.C.F.R. En sistemas de expansión directa (V.C.F.R.-DX). Los sistemas de expansión directa se caracterizan por su dispositivo de control de flujo de refrigerante cuyo objetivo es expandir el fluido frigorígeno y suministrarlo a la misma tasa que se vaporiza en el intercambiador de calor (evaporador), esto se logra gracias a la correcta selección y funcionamiento adecuado de dicho dispositivo. Son llamados también sistemas de expansión seca, este tipo de sistema se utiliza para el acondicionamiento de oficinas, procesos industriales pequeños.

El elemento principal en éste tipo de sistemas es la válvula de expansión, un elemento en el cual la expansión es regulable manual o automáticamente, se pueden encontrar:

- Manuales
- Termostáticas
- Eléctricas y electrónicas
- Presostáticas

3.1.1.1.1 V.C.F.R.-DX Manuales. La característica principal de estos elementos es que no emplean sensor, por lo cual no se pueden ajustar a la carga del evaporador y se emplean en sistemas en los que ésta presenta poca variación.

Dentro de este grupo se puede encontrar:

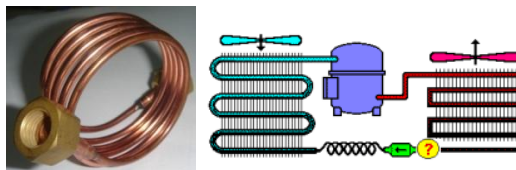
- Tubo capilar
- Válvula de expansión manual

Tubo capilar: Se refiere a un tubo de diámetro pequeño el cual produce una caída de presión al pasar el refrigerante a través de él, la cual depende de diferentes factores como el material del tubo, diámetro interior, longitud, caudal de refrigerante

Al parar el compresor, continúa el paso de refrigerante hasta que se igualan las presiones a ambos lados, lo cual facilita el encendido del compresor y permite la utilización de un motor de menor par de arranque, su principal desventaja es la imposibilidad de mantener una reserva de líquido condensado entre el compresor y el tubo capilar, ya que a la parada fluiría al evaporador inundándolo y podría provocar golpes de líquido.

La principal desventaja de éste elemento es que no puede regular automáticamente el caudal de fluido que pasa al evaporador en función de la carga del mismo, por tanto se emplea en evaporadores cuya carga de calor es pequeña y varía poco.

Ilustración 9. Tubo capilar, montaje.



Fuente: http://es.made-in-china.com/co_lucky430/product_Cooper-Capillary-ZL-516-CT-900M-_hroyyoiug.html

Válvula de expansión manual: Permite regular manualmente la alimentación de los evaporadores, en caso de trabajar con varios evaporadores en paralelo ésta válvula se encarga de equilibrar y regular el caudal de fluido que se envía a ellos.

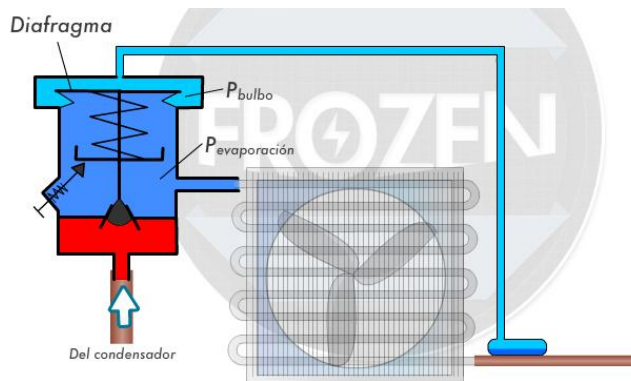
Ilustración 10. Válvula de expansión manual



Fuente: <http://planos-cadcam.com/tag/une-1033>

3.1.1.1.2 V.C.F.R.- DX Termostáticas. Éste tipo de válvulas regulan activamente la expansión, debido a que son activadas por el sobrecalentamiento en la línea de gas, buscando que éste sea relativamente constante⁹. Para este fin se emplea un bulbo remoto que, el cual mide el grado de sobrecalentamiento a la salida del evaporador, abriendo o cerrando el paso de refrigerante.

Ilustración 11 Esquema de una válvula de termoexpansión con equilibrado interno.



Fuente: Los autores

⁹<http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/17271/1/refrigeracion.pdf>

Éste modelo ha ido variando con el tiempo, a medida que han surgido algunos problemas inherentes a él, por lo tanto se ajustó su diseño como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 1. Problemas típicos de una válvula de termoexpansión.

Problema	Solución
Sobrecalienta cada vez más a medida que el proceso de evaporación se realiza a temperaturas más bajas	Cargar el bulbo remoto con una mezcla de refrigerantes diferentes al refrigerante en el sistema (Carga cruzada)
La válvula presenta fluctuaciones debido a cambios rápidos en la carga del evaporador, la presión de descarga, entre otras	Cargar el bulbo con refrigerante en estado gaseoso.
La válvula sobrealimenta refrigerante luego de periodos prolongados de parada.	Fijar una presión de operación máxima (MOP) mediante una carga limitada de líquido en el bulbo (carga gaseosa)
El efecto de la caída de presión en el evaporador aumenta el grado de sobrecalentamiento.	Adicionar una tubería de balance para tener en cuenta éstos efectos (VTE con igualación interna).

Fuente: Los autores

En la actualidad existen dos tipos de válvulas de termoexpansión de acuerdo a el tipo de equilibrado que emplean:

- Equilibrado interno.
- Equilibrado externo.

Ilustración 12. Válvulas termostáticas



Fuente: <http://img.interempresas.net/fotos/823513.jpeg>

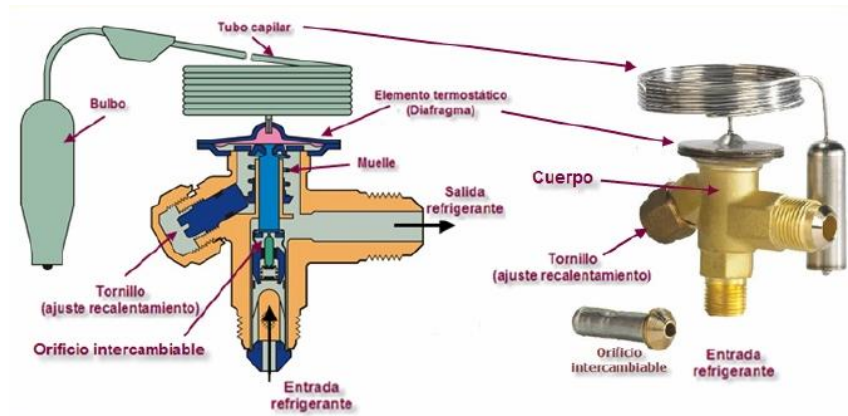
VTE con equilibrado interno: Su función principal es asegurar la admisión automática de refrigerante al evaporador con el fin de que se llene al máximo en función de la carga de calor en ese momento.

Funcionamiento:

- Asumiendo que la instalación ha permanecido apagada durante un tiempo prolongado todo se encuentra a una misma temperatura, las presiones P_o y P_b son iguales, la válvula se encuentra cerrada.
- Al encender el sistema, se tiene un aporte de calor importante desde el ambiente caliente, el líquido refrigerante se vaporiza rápidamente y sale recalentado, lo cual incrementa la temperatura del bulbo.
- La presión interior del bulbo aumenta y la válvula se abre completamente.
- Luego de un tiempo alcanza la operación en régimen y la válvula abre dependiendo de la carga de calor del ambiente.

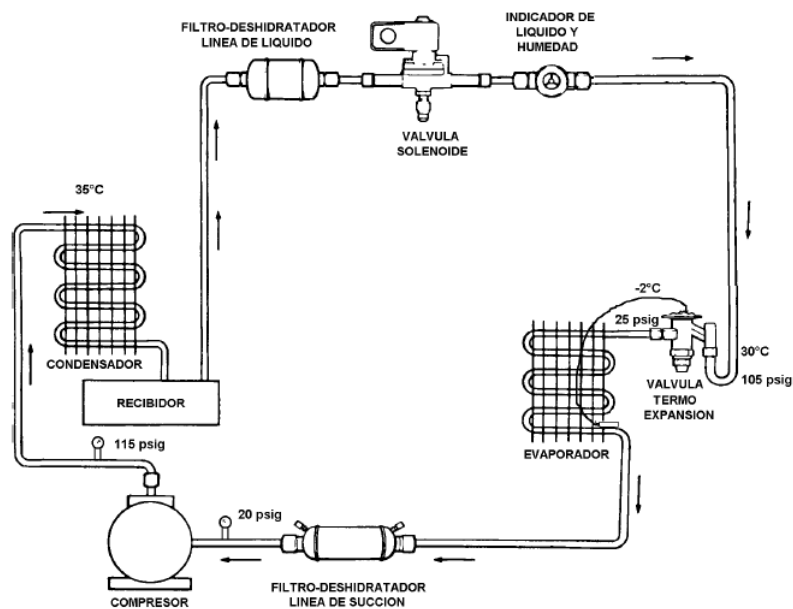
“Cuando un evaporador es alimentado por una válvula de expansión, la presión media y la temperatura media de evaporación disminuyen al mismo tiempo que la temperatura del medio enfriado disminuye”.¹⁰

Ilustración 13. VTE con balance interno



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/69352008/Valvula-Expansion-Termostatica>

Ilustración 14. Diagrama de un sistema de refrigeración típico



Fuente: Manual Técnico Valycontrol, cap 6.

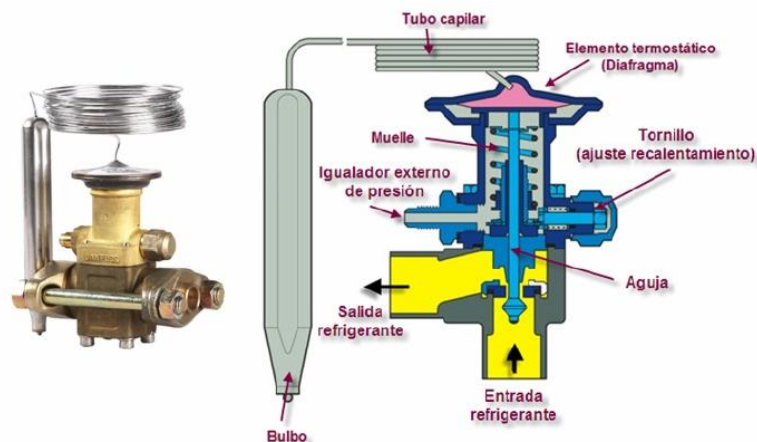
¹⁰Rapin P. J. & Jacquard P. (1999) Instalaciones Frigoríficas Tomo 2. Mexico: Alfaomega.

VTE con equilibrado externo: El principio de funcionamiento de la válvula es igual a su homóloga con equilibrado interno, pero su principal diferencia radica en que la presión obtenida a la salida del evaporador llega hasta la válvula de expansión por medio de un tubo previsto para éste fin debajo de la membrana.

Su uso se debe a que permite eliminar la influencia de las pérdidas de carga en el evaporador debido a la alimentación cuantitativa de fluido, éste en caso de que dichas pérdidas sean significativas en el evaporador.

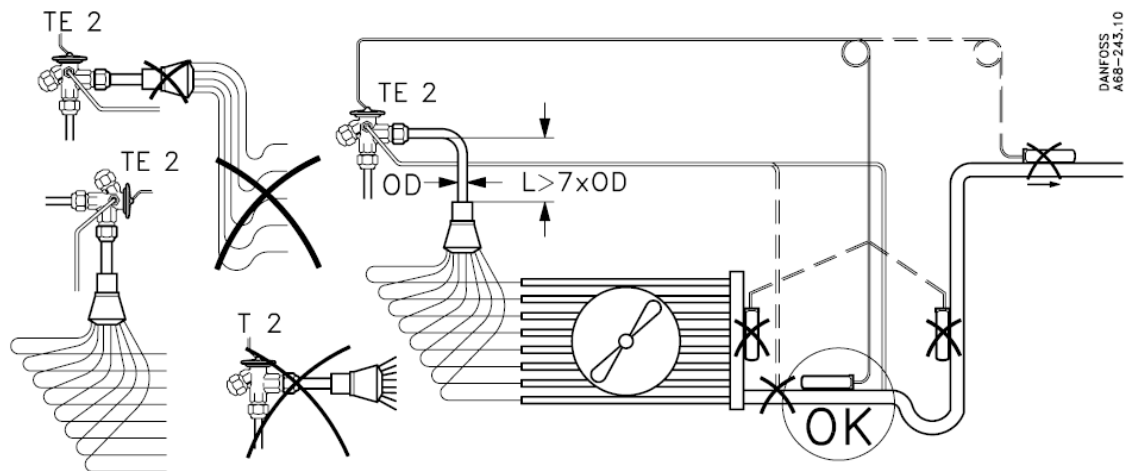
En el montaje se debe tener en cuenta que la toma de presión debe hacerse de modo que no arrastre líquido refrigerante o aceite hacia la cabeza de la válvula de expansión, también debe tenerse en cuenta que el conexionado del equilibrado debe hacerse de igual forma, aunque el evaporador no presente pérdidas apreciables.

Ilustración 15. VTE con equilibrado externo



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/69352008/Valvula-Expansion-Termostatica>

Ilustración 16. Montaje válvula de termo expansión con equilibrado externo.



Fuente: Thermostatic expansion valves T 2 / TE 2, Danfoss

TIPOS DE CARGA DEL BULBO:

El elemento sensor (bulbo) de una válvula termostática se encuentra cargado con una cierta cantidad de líquido refrigerante, de acuerdo con la cantidad y el tipo de refrigerante se puede realizar la siguiente clasificación:

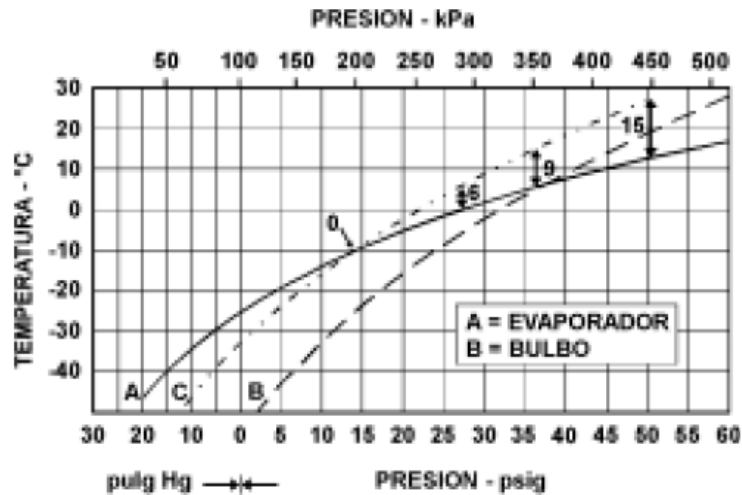
- Según el tipo de refrigerante:
 - Carga Similar
 - Carga Cruzada
- Según la cantidad de líquido:
 - Carga líquida
 - Carga gaseosa

Carga Similar: Contiene el mismo tipo de refrigerante que se encuentra en el sistema de refrigeración, por lo tanto si realiza la gráfica de presión vs Temperatura las curvas del refrigerante en el evaporador y el bulbo serán iguales.

Carga Cruzada: El bulbo contiene un líquido diferente al que se encuentra en el sistema, el cual puede ser otro refrigerante o compuesto químico. Al graficar las

curvas de saturación del refrigerante en el sistema y el líquido en el bulbo estas curvas se cruzan, por esto el nombre de “carga cruzada”.

Ilustración 17. Curvas de saturación típicas de una carga cruzada



Fuente: Manual Técnico Valycontrol

Como se observa en la gráfica las curvas se cruzan en el punto P, por encima de éste, El fluido del bulbo tendrá una presión de saturación más baja que el refrigerante en el evaporador, pero a temperaturas inferiores a ésta, el fluido desarrollará presiones más altas; por lo tanto la válvula es menos sensible a los cambios de presión en el bulbo que en el evaporador. ¹¹

La carga cruzada puede presentarse líquida o gaseosa, cada cual presenta sus ventajas particulares entre las cuales están:

Carga cruzada líquida:

- La disminución de la presión de succión se hace lenta y moderadamente.
- Reducen la carga en el compresor durante el arranque.
- Reducen casi por completo la fluctuación.

¹¹ Manual técnico valycontrol.

- Las características del sobrecalentamiento para aplicaciones especiales, pueden hacerse a la medida.

Carga cruzada gaseosa:

- Cierran rápidamente cuando el compresor para.
- Eliminan la «fluctuación»
- Mantienen un sobrecalentamiento casi constante.
- Evitan el regreso de líquido al compresor.
- Permiten una rápida disminución de la presión de succión (pulldown).
- Protegen al compresor contra sobrecargas (MOP) y pueden instalarse sin considerar la temperatura ambiente, ya que no pierden el control si la válvula está más fría que el bulbo.

Carga Líquida: El bulbo contiene la cantidad de líquido suficiente para que en todo momento se encuentre refrigerante saturando en él, por lo tanto la variación en la temperatura de la válvula no tiene un efecto considerable.

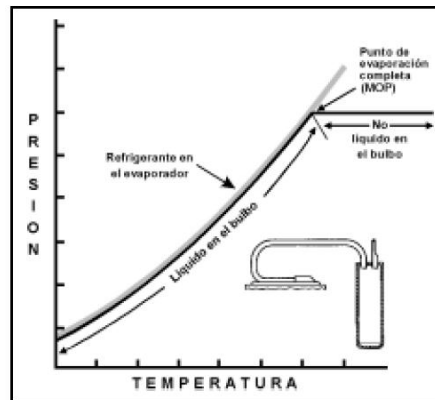
El principal inconveniente que presenta éste tipo de carga es que cuando el compresor arranca, la presión de succión baja rápidamente, desbalanceando bastante la válvula con lo cual se abre bastante dado que la presión del bulbo es alta; esto puede ocasionar sobrecargas en el arranque y retorno de líquido al compresor.

Las válvulas de termo expansión con cargas líquidas, se usan normalmente cuando prevalece en el evaporador un rango de temperatura extremadamente estrecho o limitado, una condición fuera del alcance de las otras cargas del bulbo.

Carga Gaseosa: En una VTE con carga gaseosa el bulbo contiene una pequeña cantidad de líquido, de tal manera que a cierta temperatura del bulbo se habrá evaporado completamente, por lo cual se limita la presión.

En la gráfica se muestra como mientras el bulbo contiene líquido, la presión sigue la curva de saturación como en la carga líquida, luego del punto de evaporación completa la temperatura del vapor aumenta y se sobrecalienta, limitando la presión de operación a esto se le conoce como Máxima Presión de Operación.

Ilustración 18. Curvas de saturación típicas en una carga gaseosa



Fuente: Manual Técnico Valycontrol

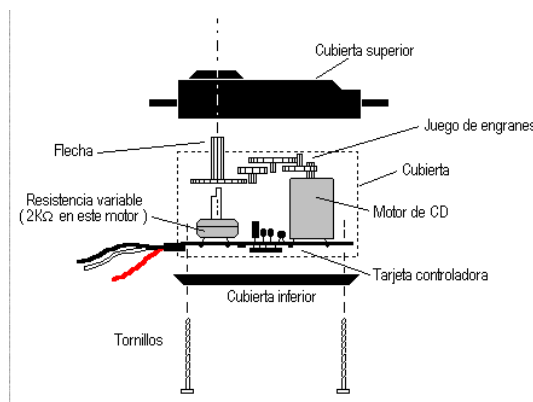
El MOP también se puede fijar cercano a la presión de operación del sistema, con lo cual ésta se convierte también en la máxima presión de operación del sistema, protegiendo el compresor de las altas presiones de succión y creando un retardo en la apertura durante el arranque.

3.1.1.1.3 V.C.F.R.-DX Eléctricas y electrónicas. Son válvulas compactas y ligeras, orientadas a incrementar la eficiencia energética del sistema, ofreciendo un control de flujo de precisión y alta resolución, asegurando una alimentación óptima del evaporador con un recalentamiento mínimo, de forma estable sin importar las condiciones de funcionamiento. El tipo de accionamiento se puede clasificar en:

- Servomotor
- Motor paso a paso
- Solenoide

Servomotor: Un Servomotor es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Con tal de que una señal codificada exista en la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje. Cuando la señal codificada cambia, la posición angular de los piñones cambia.

Ilustración 19. Partes de un servomotor

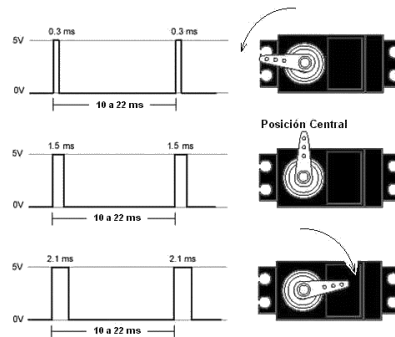


Fuente: <http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/electronica/elementos/servomotor.htm>

Estos servos tienen un amplificador, servo motor, piñonearía de reducción y un potenciómetro de realimentación; todo incorporado en el mismo conjunto. Esto es un servo de posición (lo cual significa que uno le indica a qué posición debe ir), con un rango de aproximadamente 180 grados. Ellos tienen tres cables de conexión eléctrica; Vcc, GND, y entrada de control.

El cable de control se usa para comunicar el ángulo. El ángulo está determinado por la duración de un pulso que se aplica al alambre de control. A esto se le llama PCM Modulación codificada de Pulsos. El servo espera ver un pulso cada 20 milisegundos (0.02 segundos). La longitud del pulso determinará los giros de motor. Un pulso de 1.5 ms., por ejemplo, hará que el motor se torne a la posición de 90 grados (llamado la posición neutra). Si el pulso es menor de 1.5 ms., entonces el motor se acercará a los 0 grados. Si el pulso es mayor de 1.5ms, el eje se acercará a los 180 grados.

Ilustración 20. Posicionamiento de un servomotor.



Fuente: <http://autodelismoparatodos.blogspot.com/2011/05/partes-de-un-auto-rc-servos.html>

Motor paso a paso:

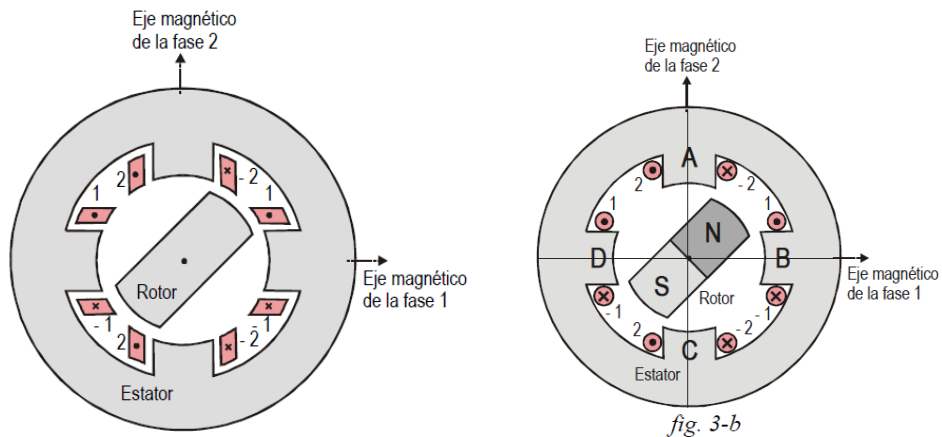
El motor paso a paso es un actuador o transductor electromagnético incremental que convierte pulsos eléctricos en desplazamientos angulares de un eje. Este motor es en sí mismo un conversor digital-analógico ya que convierte una señal eléctrica digital en un desplazamiento angular del rotor.

El motor paso a paso es generalmente controlado por una fuente de potencia de corriente continua y un circuito lógico (driver) y que constituyen un elemento clave en el desempeño del mismo.

Existen tres grandes grupos de motores paso a paso, según su principio de funcionamiento que son:

- Motores de reluctancia variable.
- Motores de imán permanente.
- Motores mixtos.

Ilustración 21. Motores de reluctancia variable y de imán permanente.



Fuente: Máquinas e instalaciones eléctricas, Osvaldo Mosconi.

En los motores paso a paso de imán permanente el rotor es un imán permanente. Funciona con el principio básico del magnetismo: polos de igual signo se repelen y polos de signo opuesto se atraen. En tanto que los motores de reluctancia variable el par se produce por la tendencia del rotor a alinearse con la onda de flujo producida por el estator de acuerdo con la posición de menor reluctancia. Existen también los motores mixtos, los cuales combinan los dos principios.

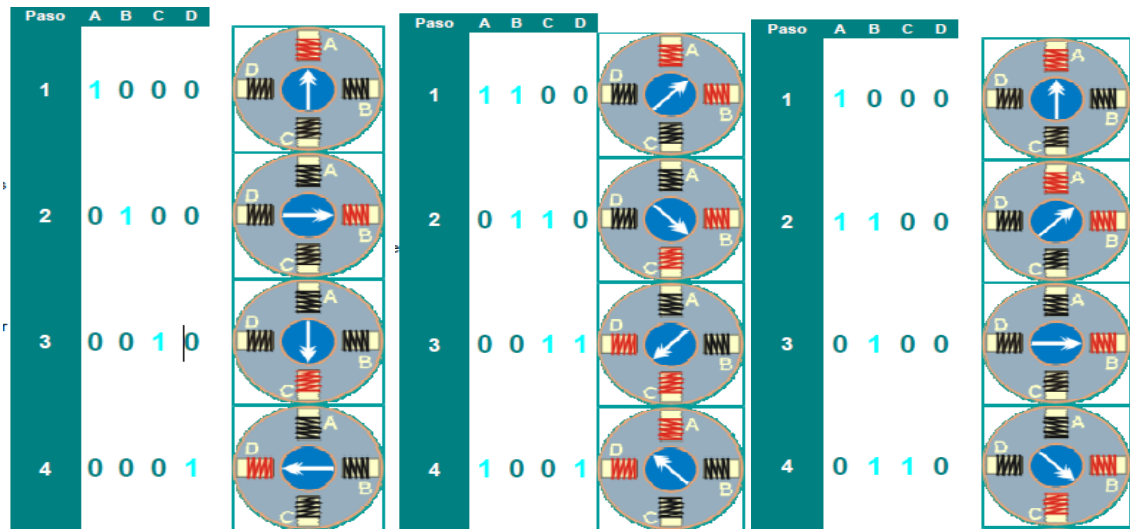
Existen tres métodos para el control de este tipo de motores, según las secuencias de encendido de bobinas:

Paso simple: Esta secuencia de pasos es la más simple de todas y consiste en activar cada bobina una a una y por separado, con esta secuencia de encendido de bobinas no se obtiene mucha fuerza ya que solo es una bobina cada vez la que arrastra y sujeta el rotor del eje del motor.

Paso doble: Con el paso doble activamos las bobinas en dos con lo que hacemos un campo magnético más potente que atraerá con más fuerza y retendrá el rotor del motor en el sitio. Los pasos también serán algo más bruscos debidos a que la acción del campo magnético es más poderosa que en la secuencia anterior.

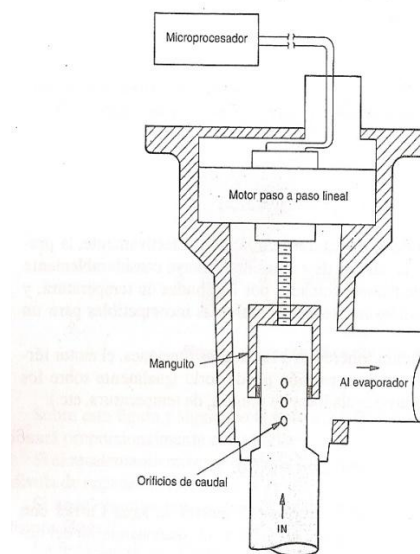
Medio Paso: Combinando los dos tipos de secuencias anteriores podemos hacer moverse al motor en pasos más pequeños y precisos y así pues tenemos el doble de pasos de movimiento para el recorrido total de 360° del motor.

Ilustración 22. Secuencias para motores de paso simple, doble y medio.



Fuente: Máquinas e instalaciones eléctricas, Osvaldo Mosconi.

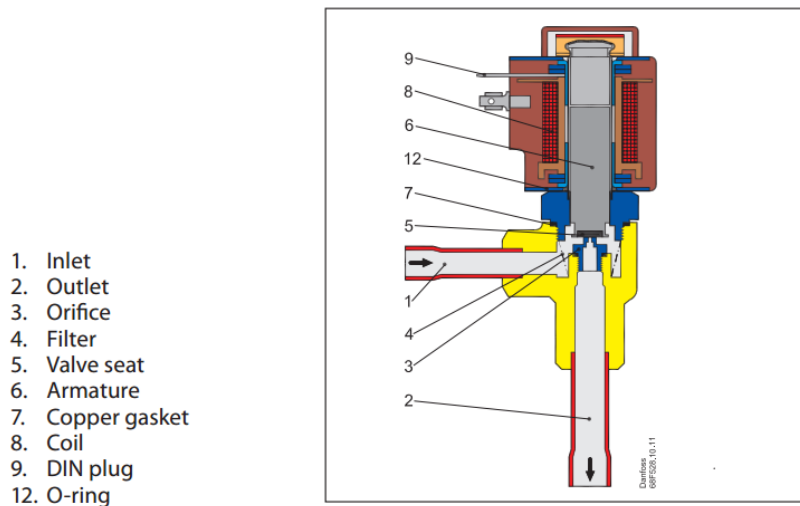
Ilustración 23: Esquema de válvulas de expansión con motor paso a paso.



Fuente: Rapin P. J. & Jacquard P. (1999) Instalaciones Frigoríficas Tomo 2 .México: Alfaomega.

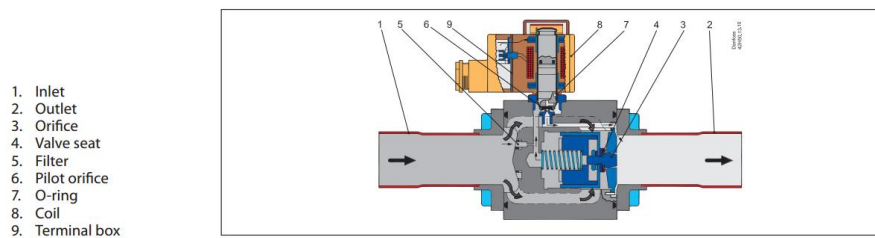
solenoide: En éste tipo de válvulas se emplea un solenoide que abre o cierra la válvula, un controlador tipo AKC envía señales de tensión al solenoide con lo cual se regula el caudal de refrigerante enviado al evaporador, si la carga de calor es grande la válvula se mantendrá abierta, caso contrario se mantendrá completamente cerrada. A continuación se muestran dos válvulas de tipo AKV, de acción directa y pilotada respectivamente.

Ilustración 24. VTE eléctrica



Fuente: Electrically Operated Expansion Valve Types AKV 10, AKV 15 and AKV 20, Danfoss.

Ilustración 25. VTE eléctrica pilotada

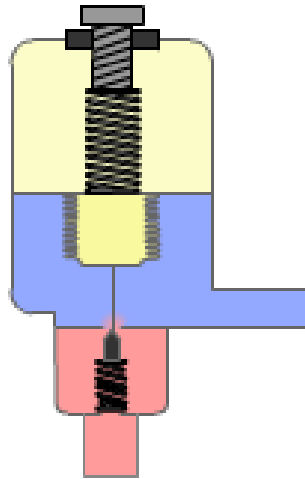


Fuente: Electrically Operated Expansion Valve Types AKV 10, AKV 15 and AKV 20, Danfoss.

3.1.1.1.4 V.C.F.R.-DX Válvula automática (presostática). La válvula de expansión automática presostática garantiza la alimentación automática al evaporador con refrigerante a una presión de evaporación constante, aunque

independiente de la carga del evaporador, por lo tanto se emplea en instalaciones con carga reducida y poco variable ya que no permite alimentar convenientemente los evaporadores con cargas caloríficas variables.

Ilustración 26. Esquema válvula presostática

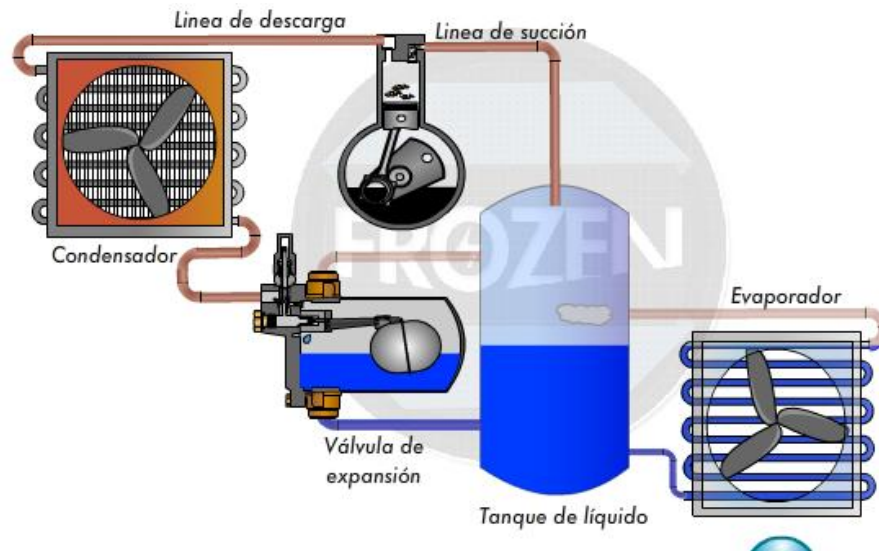


Fuente: Autores

La válvula de expansión automática presostática limita, pues, las potencias absorbidas por el motor de mando en las puestas en marcha, pero no permite alimentar convenientemente los evaporadores con cargas caloríficas variables dentro de proporciones notables. No puede asegurar un descenso rápido de temperaturas en el recinto enfriado. Por consiguiente, hará falta disponer de otro tipo de válvula de expansión puede ser la válvula termostática. El empleo de la válvula de expansión automática presostática se reservará, en consecuencia, para las instalaciones de carga reducida y poco variables.

3.1.1.2 V.C.F.R. En sistemas inundados (V.C.F.R.-SI). Los sistemas inundados se caracterizan por que el nivel de refrigerante en el evaporador es alto y continuo, gracias a un tanque acumulador (tanque de líquido), el flujo desde el tanque acumulador hacia el serpentín puede ser natural o forzado por una bomba de líquido. Son llamados también sistemas con sobrealimentación.

Ilustración 27. Montaje de control de nivel al acumulador de un sistema inundado.



Fuente: Autores

Por tanto es necesario controlar el nivel de refrigerante, con el fin de proporcionar el flujo correcto de éste desde el lado de alta presión al lado de baja presión, de acuerdo con la demanda del sistema en ese instante, garantizando el correcto funcionamiento de los dispositivos de expansión. Esto se puede realizar de diferentes maneras y empleando distintos tipos de sensores y válvulas de acción directa o acción pilotada.

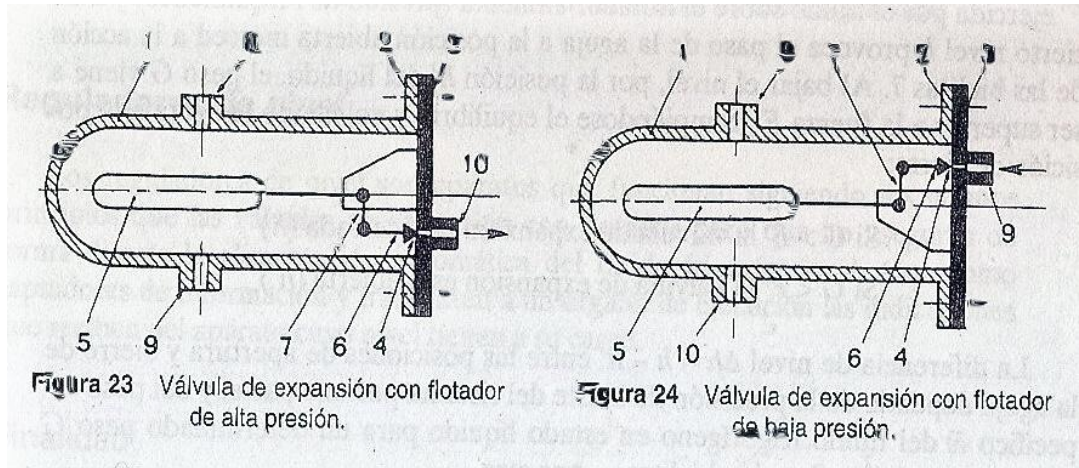
La clasificación de las válvulas se puede realizar teniendo en cuenta diferentes factores, para el desarrollo del presente proyecto se analizarán tres factores:

- Según el nivel de presión
- Según el tipo de sensor que emplea la válvula
- Según el tipo de accionamiento de la válvula, si es pilotada o no.

3.1.1.2.1 V.C.F.R.-SI Según el nivel de presión. Dependiendo del lugar donde se ubicará en el circuito y el nivel de presión en ese punto se pueden clasificar dos grandes grupos de válvulas para el control del nivel de refrigerante:

- Control de nivel para el lado de alta
- Control de nivel para el lado de baja

Ilustración 28. Comparación de esquemas de válvulas de nivel mecánicas.



Fuente: Rapin P. J. & Jacquard P. (1999) Instalaciones Frigoríficas Tomo 2 .México: Alfaomega.

Control de nivel en el lado de alta: Se debe considerar que el líquido que sale del condensador tendrá poco o nada de subenfriamiento, además la carga de refrigerante debe ser calculada exactamente, para que no inunde el evaporador si hay exceso, causando arrastre de refrigerante al compresor. Es aplicable para instalaciones con carga pequeña de refrigerante.¹²

Control de nivel en el lado de baja: Se sugiere para instalaciones no centralizadas en los cuales hay muchos evaporadores y la carga de refrigerante es grande, como consecuencia se requiere que el recibidor sea de una mayor capacidad.¹³

¹²Danfoss (2007).Controles Automáticos para Sistemas de Refrigeración Industriales. Recuperado el 03 de diciembre de 2012 de <http://salvadorcobo.files.wordpress.com/2011/06/automatizacion-instalaciones-industriales.pdf>

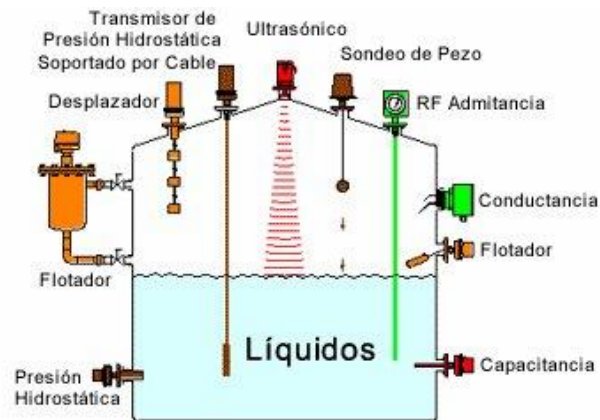
¹³Ibidem.

3.1.1.2.2 V.C.F.R.-SI Según el tipo de sensor. En la actualidad se ha desarrollado diversidad de sensores en el mercado, algunos de éstos se muestran a continuación:

Existen diferentes tipos de sensores, a continuación se muestran los más importantes agrupados en tres bloques:

- Mecánicos.
- Termostáticos.
- Eléctricos y electrónicos

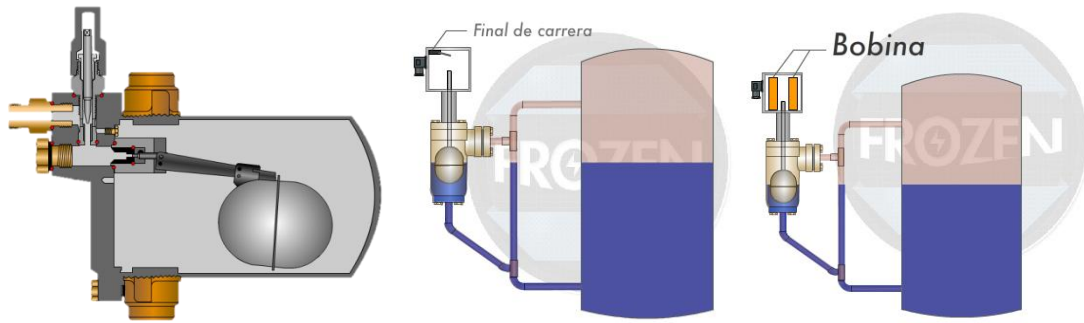
Ilustración 29. Diferentes sensores de nivel



Fuente: <http://mediciondenivelesantech.blogspot.com/>

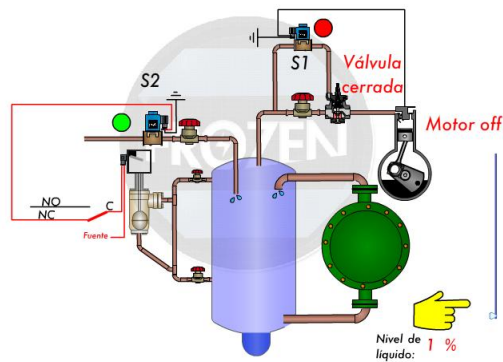
Sensores mecánicos: Éste tipo de sensores emplean un miembro boyante para medir el nivel de refrigerante, y transmiten la señal mediante mecanismos o convirtiéndola en una señal eléctrica (final de carrera) o electrónica.

Ilustración 30. Tipos de sensores mecánicos para control de nivel de refrigerante



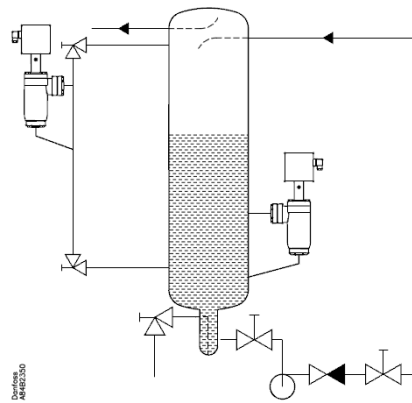
Fuente: Los Autores

Ilustración 31. Sensor de flotador, aplicación.



Fuente: Los Autores

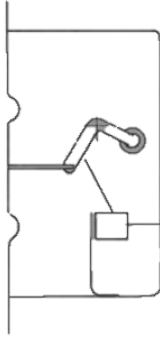
Ilustración 32. Sensor de flotador



Fuente: Instructions AKS 38, Danfoss.

En éste grupo también se encuentra el medidor de diafragma, el cual emplea una membrana conectada por medio de palancas a un interruptor.¹⁴

Ilustración 33. Sensor de diafragma.



Fuente: <http://www.antechsv.com/2010/11/medidor-de-nivel-de-diafragma.html>

El medidor de membrana utiliza una membrana conectada a un tubo estanco al instrumento receptor. La presión ejercida por la columna de líquido en el área de la membrana ejerce una fuerza que comprime el aire al interior de la misma.

Ilustración 34. Sensor de membrana.



Fuente: <http://www.kobold.com/#>

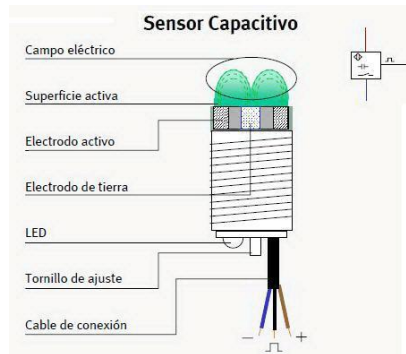
¹⁴ANTECH. Medidor de nivel de diafragma. <http://www.antechsv.com/2010/11/medidor-de-nivel-de-diafragma.html>

Sensores Eléctricos y electrónicos

Dentro de éste grupo podemos encontrar sensores capacitivos, sensores sónicos o ultrasónicos y sensores inductivos, pero estos últimos se han omitido, dado que requieren que el elemento a sensor sea conductor para realizar la medición.

- Sensores Capacitivos: La función del sensor capacitivo consiste en detectar una variación del estímulo del campo eléctrico cercano a él, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, por lo general éste tipo de sensores poseen un potenciómetro (tornillo de ajuste) para calibrar la sensibilidad deseada.¹⁵

Ilustración 35: Sensor capacitivo, componentes



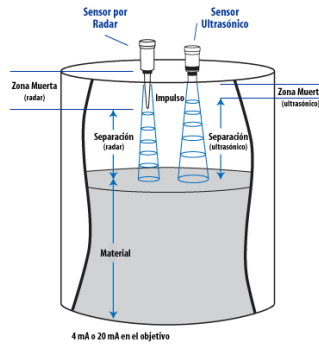
Fuente: <http://mei-ceet177051wmrn.blogspot.com/2011/06/sensores-capacitivos-los-sensores.html>

- Sensores Ultrasónicos: Se basa en la emisión de una onda sonora a una superficie reflectante, el sensor recibe el eco producido por ésta y calcula la distancia a la cual se encuentra, estos sensores incrementan el error en la medición cuando se forman espumas o el líquido no se encuentra en reposo, ya que se producen falsos ecos de los ultrasonidos.

¹⁵<http://www.slideshare.net/josueacerov/sensores-cap-acitivos>

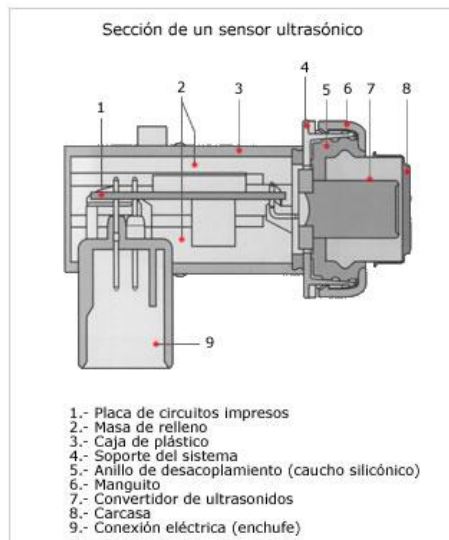
Otros de éstos sensores poseen una probeta, la cual emite ondas en sentido radial, éste tipo de sensores es recomendado en los casos en los que el líquido no se encuentra en reposo.

Ilustración 36. Sensor ultrasónico



Fuente: <http://dev.madisonco.com/madison/espanol/reference/noncontact/operation.htm>

Ilustración 37. Partes de un sensor ultrasónico

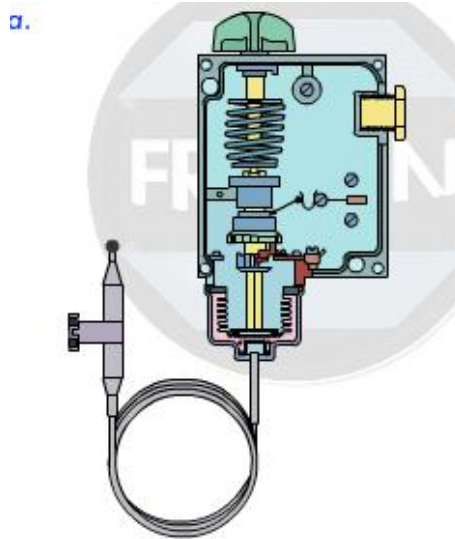


Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/sensores1-ultrasonidos.htm>

Sensor Termostático: El sensor termostático posee una resistencia dentro del bulbo, de manera que cuando se encuentra dentro de líquido éste absorbe el calor generado, pero cuando se encuentra dentro del vapor éste no logra absorber todo

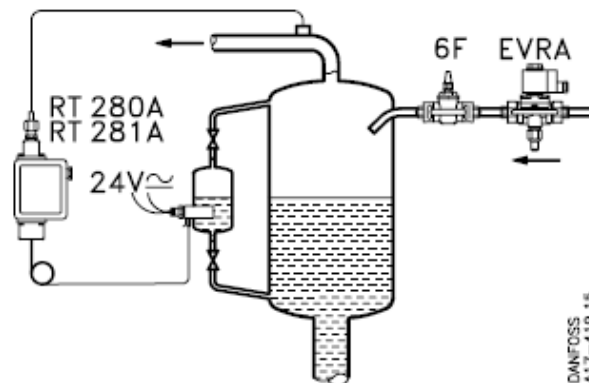
el calor generado, elevando la presión dentro del bulbo y accionando el mecanismo de desconexión.

Ilustración 38. Sensor termostático para control de nivel de refrigerante



Fuente: Los Autores

Ilustración 39. Montaje RT 280.

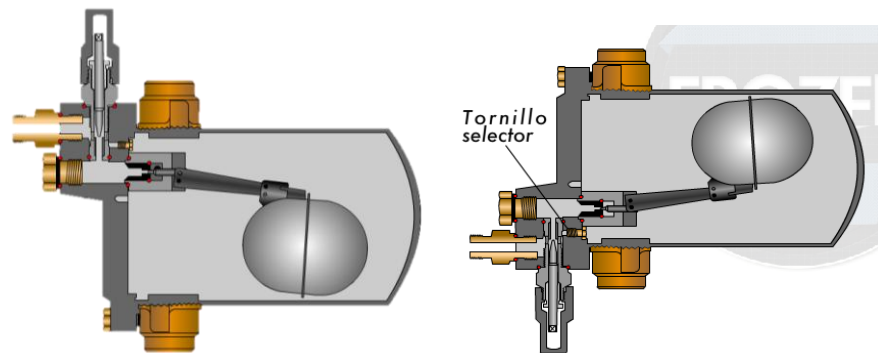


Fuente: INSTRUCTIONS RT 280A, RT 281 A, Danfoss.

3.1.1.2.3 V.C.F.R.-SI Según el tipo de accionamiento. De acuerdo a esto se clasifican en válvulas de acción directa y válvulas de acción pilotada, las cuales se presentan a continuación:

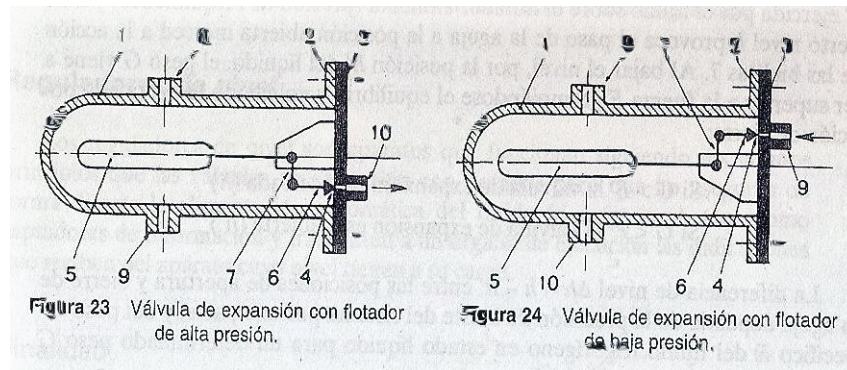
No pilotadas: Consiste en un miembro boyante, ya sea una bola hueca de metal o un cilindro, el cual se encarga de medir el nivel de refrigerante líquido en la recámara, en los sensores de nivel continuo dicho flotador está conectado por medios mecánicos a una válvula, la cual se abre o cierra con el propósito de admitir una mayor o menor cantidad de refrigerante de acuerdo a los cambios de nivel de líquido en la recámara.

Ilustración 40. Diferencias entre el sensor de flotador para baja presión (izquierda) y para alta (derecha).



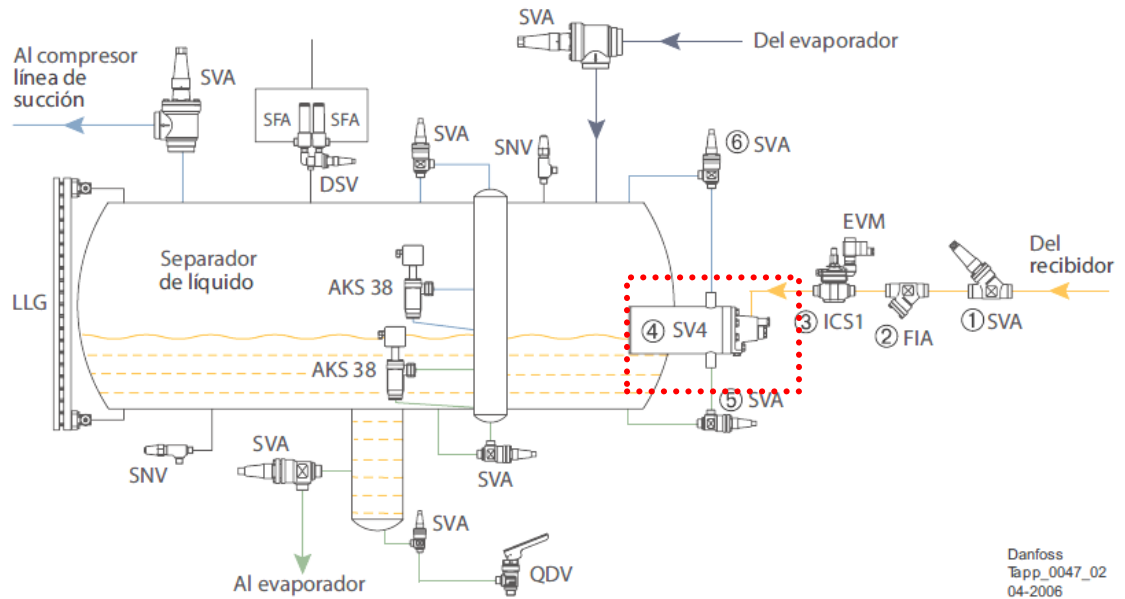
Fuente: los autores

Ilustración 41: Comparación de esquemas de válvulas de nivel mecánicas.



Fuente: Rapin P. J. & Jacquard P. (1999) Instalaciones Frigoríficas Tomo 2 .México: Alfaomega.

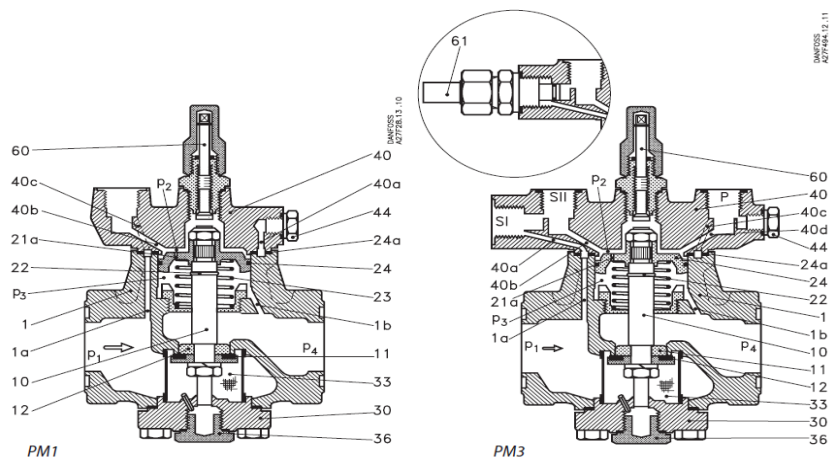
Ilustración 42. Control de nivel de líquido en baja presión mediante válvula mecánica.



Fuente: Controles automáticos para sistemas de refrigeración industriales, pág. 31, Danfoss

Pilotadas: Las válvulas de acción pilotada regulan la alimentación de refrigerante de manera indirecta. Un sensor actúa como captador de información, y la válvula ejerce el control del nivel de acuerdo a esto.

Ilustración 43. Válvulas pilotadas PM1 y PM3



Fuente: Reguladores de presión y temperatura, tipo PM, válvulas piloto. Danfoss.

3.1.2 Válvulas auxiliares. Las válvulas auxiliares ó reguladores secundarios garantizan las condiciones de trabajo óptimas para diversos componentes del circuito de refrigeración. Se trata, fundamentalmente, de reguladores de presión, que mantienen la presión diferencial, la presión de salida o la de entrada con un valor deseado dependiendo de la posición de la aplicación. También los reguladores de temperatura y los reguladores de potencia electrónicos son reguladores secundarios. Se clasifican en dos grupos de acuerdo a su funcionamiento:

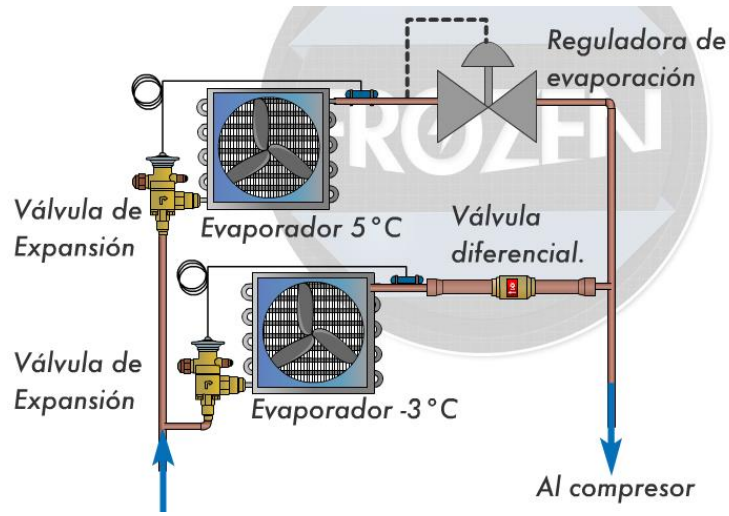
- Válvulas auxiliares no pilotadas
- Válvulas auxiliares pilotadas

3.1.2.1 Válvulas auxiliares no pilotadas. En las válvulas no pilotadas encontramos las válvulas que su funcionamiento no depende de una señal externa, estos actúan normalmente por equilibrio hidrodinámico, las que principalmente se encuentran son:

- Regulador de presión de evaporación.
- Regulador de presión de capacidad.
- Regulador de presión en el cárter.
- Regulador de presión de condensación.
- Válvulas de retención.

3.1.2.1.1 Regulador de presión de evaporación. El regulador de presión de evaporación se monta en la salida del evaporador de instalaciones de refrigeración y aire acondicionado. Se utilizan para mantener una presión constante correspondiente a la temperatura en el evaporador. También protegen contra una presión de evaporación demasiado baja, cerrando el regulador cuando la presión en el evaporador disminuye por debajo del valor ajustado.

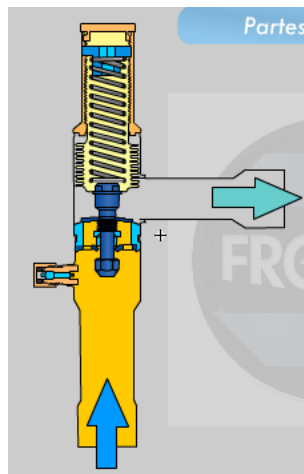
Ilustración 46. Regulación de presión de evaporación



Fuente: Los Autores

Se aplica en sistemas centralizados (un compresor) con varios evaporadores o cuartos refrigerados a diferentes temperaturas, se instala a la salida de los evaporadores con mayores temperaturas.

Ilustración 47. Corte de una válvula tipo KVP



Fuente: Los Autores

La presión de salida es independiente de la presión de entrada (presión de evaporación), es decir, el fluido pasa (presión de evaporación), solamente cuando su presión supera el taraje mínimo de la válvula reguladora, de otra manera, si el

valor de presión de evaporación es menor que el valor del taraje de la válvula, ésta se cerrará automáticamente.

La válvula se compone de un cuerpo tubular de cobre montado dentro de una carcasa de latón estampado que sirve de guía al resorte de regulación y a la tuerca de regulación, con dos tomas (o racores) de entrada y salida. Una válvula obturadora descansa sobre su asiento por la presión del resorte de regulación cuya tensión puede modificarse por medio de la tuerca de regulación. La toma manométrica, sometida a la presión de evaporación, permite el montaje de un manómetro, ya sea para control de la válvula o bien para control de la presión regulada.

Esta toma manométrica está concebida de tal forma que el manómetro de control puede montarse sin ninguna maniobra particular, ya que la válvula automática de toma de presión obtura automáticamente la conexión para toma de presión cuando se desenrosca el manómetro de control.

Descripción

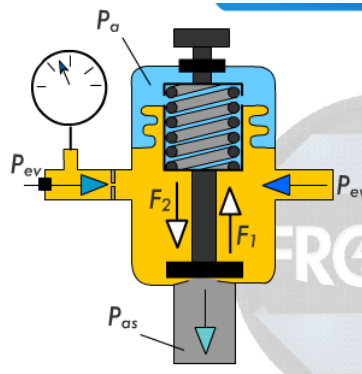
La mayoría de las válvulas auxiliares no pilotadas se basan a esta descripción, es un principio hidrostático que se presenta en el interior de la válvula predominando la variable que se quiere controlar. La válvula obturadora se mantiene sobre su asiento por la fuerza (f_2) del resorte de regulación a la que se añade la acción de la presión atmosférica (f'_2). Las fuerzas de cierre tienen, pues, como valor:

$$f_2 + f'_2 = F_2$$

Aunque, como (f'_2) es prácticamente constante, no interviene en el funcionamiento de la válvula. La presión de evaporación (p_{ev}) actúa sobre el fuelle de estanqueidad y sobre el equipo móvil solidario de la válvula, contrarrestando la

fuerza F_2 y tiende a levantar la válvula de su asiento desarrollando una fuerza F_1 que es la única fuerza de apertura.

Ilustración 48. Principio de válvulas reguladoras



Fuente: Los Autores

De acuerdo con el predominio de las fuerzas F_1 o F_2 tendremos, pues:

Apertura si $F_1 > F_2$

Cierre si $F_2 > F_1$

En la composición de la fuerza F_2 , y para una regulación determinada, podemos considerar como constante la fuerza (f_2) de empuje del resorte de regulación. En estas condiciones la fuerza resultante F_2 es también constante, y la apertura o el cierre de la válvula dependerá sólo de que el valor F_1 sea, en efecto, el valor de la presión de evaporación p_{ev} y podamos resumir así el funcionamiento de la válvula de presión constante bajo una regulación destinada a mantener (p_{ev}) al valor regulado (p_{er}) :

$$p_{ev} \approx p_{er}$$

Teniendo en cuenta la inercia de las piezas en movimiento, tendremos:

$$p_{er} - \Delta p' < p_{ev} < p_{er} + \Delta p''$$

La diferencia $\Delta p = \Delta p' + \Delta p''$ distinguirá la sensibilidad de la válvula.

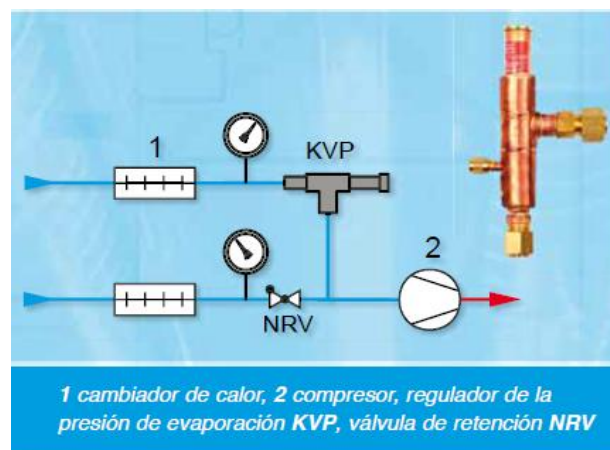
Cuando la máquina frigorífica está en régimen permanente, la presión de evaporación en el evaporador que se controla es $p_{ev} > p_{er}$ después de una inyección de la válvula de expansión que alimenta el evaporador. Tenemos entonces:

$$F'_1 > F_2$$

Con la válvula abierta. Si la capacidad del aspiración del compresor es superior al volumen de los vapores producidos, la presión de evaporación desciende progresivamente. La diferencia $F'_1 - F_2$ disminuye conjuntamente, y la válvula obturadora se cierra progresivamente cerrando completamente cuando el valor de la presión de evaporación alcance $(p_{ev} - \Delta p')$.

La presión de aspiración alcanza entonces un valor p_{as} que no puede valorarse ya que depende, por una parte, del volumen horario aspirado por el compresor y, por otra parte, de la capacidad de fluido que queda sujeta a la aspiración del compresor (tubería de aspiración y evaporadores anexos); los vapores producidos por el fluido en ebullición, en el evaporador interesado por la válvula de presión constante, ya no se aspiran más.

Ilustración 49. Montaje válvula KVP.



Fuente: Refrigeración, componentes de la refrigeración: reguladores primarios y secundarios

3.1.2.1.2 Regulador de presión de capacidad. Los reguladores de capacidad se utilizan para adaptar la capacidad del compresor a la carga real del evaporador. Se monta en un by-pass (derivación) entre los lados de alta y baja presión del sistema de refrigeración para imponer un límite inferior en la presión de aspiración del compresor, suministrando al lado de baja presión una carga "falsa" bajo la forma de gas caliente/frío procedente del lado de alta presión.

Ilustración 50. Montaje de una válvula auxiliar reguladora de capacidad.

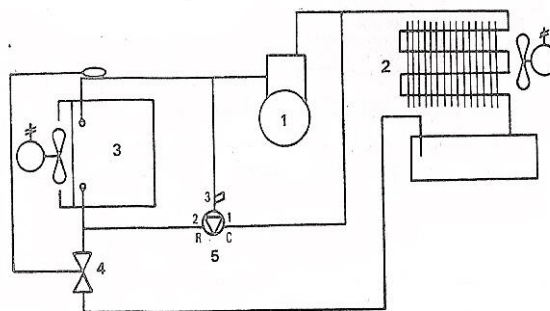
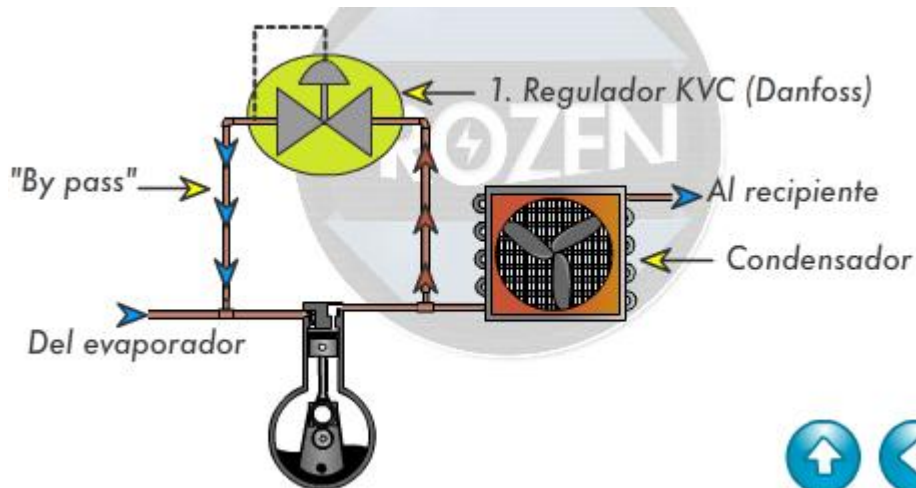


Figura 25 Montaje de un regulador de capacidad: 1. Compresor; 2. Condensador; 3. Evaporador; 4. Válvula de expansión; 5. Regulador de capacidad.

Fuente: Rapin P. J. & Jacquard P. (1999) Instalaciones Frigoríficas Tomo 2 .México: Alfaomega.

Ilustración 51. Regulación de capacidad



Fuente: Los autores.

Este regulador se utiliza en sistemas donde la capacidad varía considerablemente, como en sistemas para aire de ventilación de teatros, cines, centros comerciales, grandes oficinas, etc. (Ilustración 53. Montaje válvula tipo KVC. Ilustración 53. Montaje válvula tipo KVC.

Finalidad

El regulador de capacidad tiene por finalidad disminuir la producción frigorífica del compresor efectuando automáticamente un "by-pass" entre la línea de descarga y la aspiración, limitando así un valor mínimo previamente ajustado, la presión de salida del evaporador ó aspiración del compresor.

Principio

El principio de funcionamiento del regulador de capacidad es similar al de la válvula de expansión automática presostática. La presión de aspiración del compresor reemplaza a la presión de evaporación. La presión de descarga que podría actuar sobre la válvula del regulador queda anulada por un fuelle de "tombac". Si llamamos F_1 a la fuerza de empuje del resorte de regulación (fuerza de apertura) y F_2 a la fuerza desarrollada por la presión de aspiración sobre la cara inferior del fuelle (fuerza de cierre), tendremos:

Apertura de la válvula si $F_1 > F_2$

Cierre de la válvula si $F_2 > F_1$

Funcionamiento

Cuando la máquina está en régimen permanente, la presión de aspiración p_{as} normalmente es superior a la presión de apertura p'_{as} bajo la cual se halla ajustado el regulador. Al disminuir la carga calorífica total (paro de uno o dos evaporadores, por ejemplo), la capacidad de aspiración del compresor llega a ser muy grande y la presión de aspiración baja rápidamente. Cuando ésta alcanza el valor de ajuste del regulador, éste se abre y la inyección de vapor a alta presión en la tubería de aspiración provoca de esta forma por "by-pass" la elevación de la

presión de aspiración y la consiguiente reducción de la potencia frigorífica del compresor. El regulador cierra cuando la presión de aspiración se eleva por encima del mínimo previamente ajustado.

Los reguladores de capacidad se intercalan lo más próximos posible al compresor, y con preferencia, si es posible, después del separador de aceite. Tienen el inconveniente de recalentar los vapores de aspiración, lo que requiere, en el caso de amoníaco y R-22, el empleo de válvulas de inyección termostáticas que ya fueron estudiadas en el capítulo "válvulas de expansión directa".

Otra manera de hacer esto posible es inyectando los gases calientes a la entrada del evaporador. El inconveniente mayor de los reguladores de capacidad clásicos es el recalentamiento inesperado provocado por la inyección de gases calientes en la aspiración del compresor, lo que implica la necesidad de instalar una válvula de expansión de inyección que minimice este recalentamiento adicional.

A fin de paliar este inconveniente, es posible inyectar gases calientes a la entrada del evaporador. La reducción de capacidad se obtiene entonces por el aumento de la cantidad de vapor en la mezcla líquido-vapor admitida en el evaporador sin influir en el sobrecalentamiento de la aspiración.

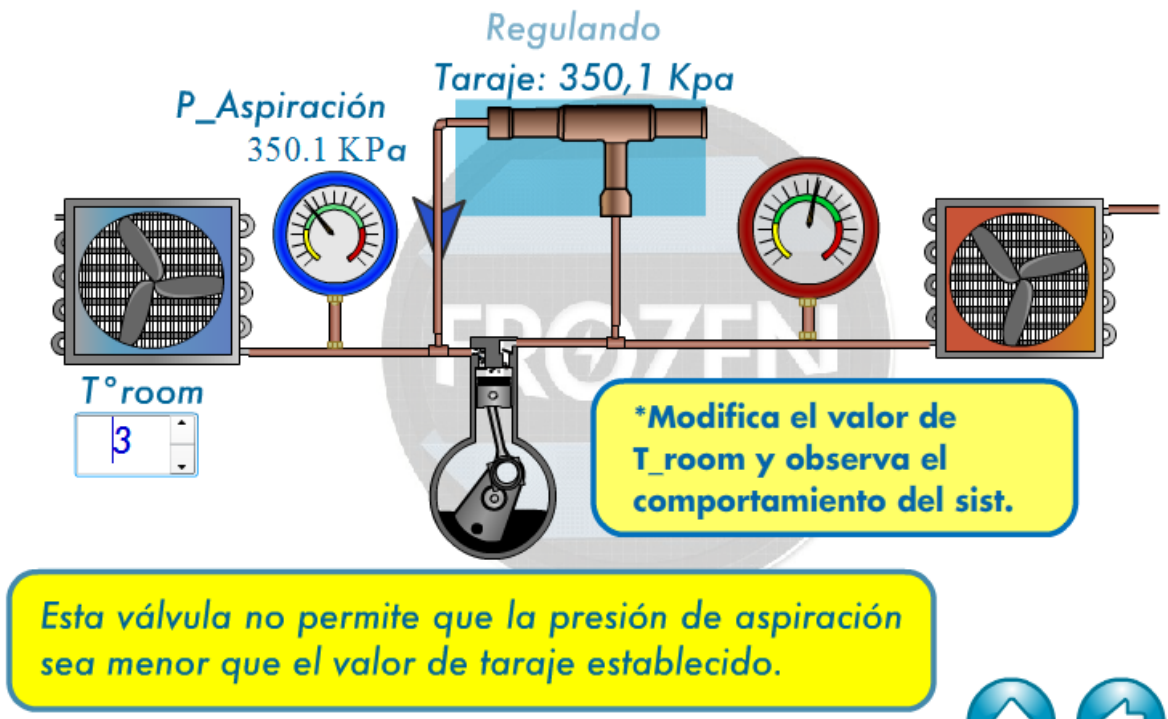
Descripción

El aparato está formado por un cuerpo de latón estampado que contiene las tomas (o racores) de entrada y salida del fluido, así como también la toma de presión piloto.

Montaje

El montaje de este regulador se representa en la citada figura que tomaremos como base para comentar el funcionamiento de este regulador.

Ilustración 52. Montaje de válvula reguladora de capacidad.



Fuente: Los autores.

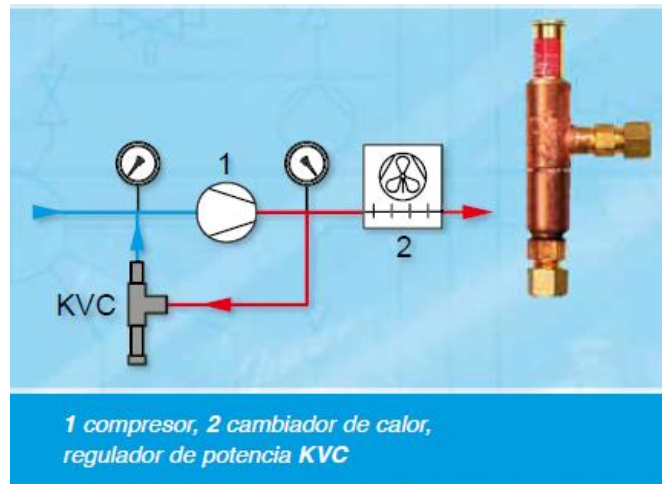
La presión piloto es la presión de aspiración, que actúa sobre la membrana solidaria del equipo móvil o vástago de enlace, que acciona la bola y así cierra el orificio piloto.

Cuando la presión de aspiración desciende por debajo del valor regulado por el resorte principal o de regulación; el vástago libera el orificio y disminuye la presión encima del servo-pistón; bajo el empuje de la presión de descarga dicho servo se eleva y libera el orificio principal, efectuándose entonces la inyección de gases calientes a la entrada del evaporador después de la válvula de expansión.

Cuando la presión de aspiración sube por encima del valor previamente regulado por el resorte principal o de regulación, se establece el proceso inverso y el servo-pistón vuelve sobre su asiento.

Si la alimentación del evaporador se obtiene por medio de una válvula de expansión y un distribuidor de líquido, la inyección de gases calientes debe efectuarse dentro de un depósito mezclador colocado entre la salida de la válvula de expansión y la entrada del distribuidor de líquido.

Ilustración 53. Montaje válvula tipo KVC.



Fuente: Refrigeración, componentes de la refrigeración: reguladores primarios y secundarios

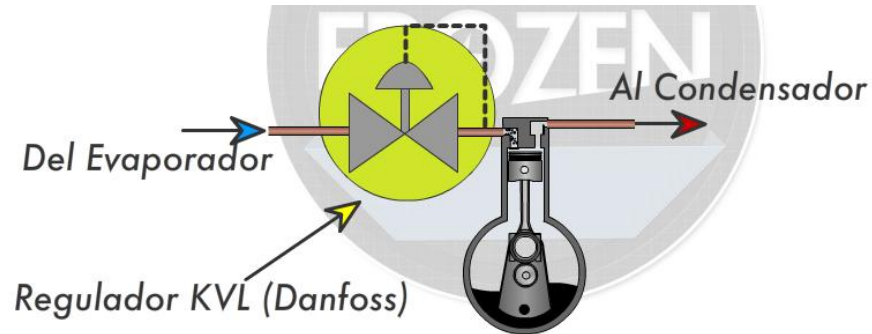
3.1.2.1.3 Regulador de presión en el cárter (línea de aspiración). Los reguladores de presión en el cárter, se montan en la línea de aspiración, antes del compresor. Se utilizan para proteger el motor del compresor contra sobrecarga durante el arranque, después de largos períodos de parada ó de desescarhe.

Finalidad

La válvula de arranque se utiliza para proteger el motor del compresor contra las sobrecargas debidas a las temperaturas de evaporación elevadas, constatadas a la puesta en marcha de las instalaciones frigoríficas cuyas temperaturas de evaporación en régimen normal son muy bajas. Actúan directamente sobre la presión de aspiración del compresor, independientemente de la presión de evaporación del fluido frigorígeno, limitando la presión de aspiración del

compresor, a la puesta en marcha, a un valor máximo p_{as} determinado previamente por la regulación de la válvula.

Ilustración 54. Regulación de presión de aspiración



Fuente: Los Autores

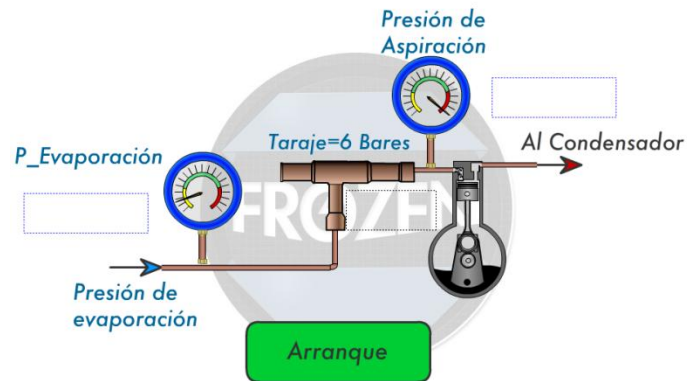
Estas válvulas deben montarse lo más cerca posible del compresor a fin de eliminar la influencia de las pérdidas de carga en la tubería de aspiración.

Se aplican en sistemas de uno o varios compresores que tengan largas paradas de desescarche o en funcionamiento, como por ejemplo los congeladores de tipo mostrador, grandes refrigeradores, Camiones refrigerados etc.

Descripción

La válvula se compone de un cuerpo tubular de cobre contenido dentro de una carcasa de latón estampado que sirve de guía al resorte de regulación y la tuerca de regulación, de dos tomas (o racores), una de entrada y otra de salida. El disco de la válvula con su asiento, y el resorte de regulación cuya tensión puede modificarse por medio de la tuerca de regulación.

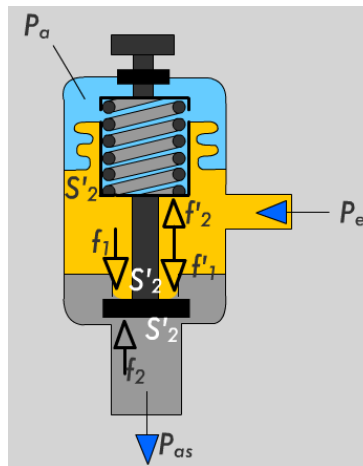
Ilustración 55. Montaje de una válvula reguladora de presión aspiración.



Fuente: Los Autores.

Principio

Ilustración 56. Esquema de la válvula KVL



Fuente: Los Autores.

Con este segundo principio funcionan básicamente las válvulas auxiliares no pilotadas con diferencias de presiones considerables. El examen del esquema de principio de la válvula de arranque demuestra que la fuerza de cierre es la resultante:

-de la fuerza debida a la presión de aspiración sobre la cara inferior de la válvula obturadora f_2

$$f_2 = p_{as} * S_2$$

-de la fuerza debida a la presión de evaporación p_{ev} que actúa sobre la cara inferior del fuelle del equipo móvil f'_2

$$f'_2 = p_{ev} * S'_2$$

$$F_2 = f_2 + f'_2$$

Esta fuerza F_2 se contrarresta por la fuerza de apertura F_1 que está compuesta de:

-La fuerza de empuje debida al resorte de regulación f_1 ;

-La fuerza de empuje debida a la presión de evaporación que actúa sobre la cara superior de la válvula f'_1

$$f'_1 = p_{ev} * S_1$$

Se desprecia la acción de la presión atmosférica que, siendo un valor prácticamente constante, no interviene en la regulación del aparato.

Tendremos en oposición a F_2 y F_1 , o sea:

$$F_2 = f_2 + f'_2$$

Y:

$$F_1 = f_1 + f'_1$$

Estas dos fuerzas estarán en equilibrio si $F_1 = F_2$, por lo que puede escribirse:

$$p_{as} * S_2 + p_{ev} * S'_2 = f_1 + (p_{ev} * S_1)$$

La inversión de la preponderancia de una de estas fuerzas motivará el cierre o la apertura de la válvula.

A fin de eliminar durante el funcionamiento del aparato la acción de la presión de evaporación, ésta actúa en sentido opuesto sobre las dos superficies iguales S_1 y S_2 .

En estas condiciones, las dos fuerzas

$$f'_1(p_{ev} * S'_2) \text{ y } f'_2(p_{ev} * S_1)$$

son iguales y actúan siguiendo la misma dirección aunque en sentidos opuestos, por lo que sus acciones se anulan. En oposición sólo quedan las fuerzas f_1 de presión del resorte de regulación y f_2 (o sea: $p_{ev} \times S_2$) resultante de la acción de la presión de aspiración sobre la cara inferior de la válvula.

Por la amplitud debida a la inercia de las piezas en movimiento tendremos, pues: apertura de la válvula si el valor de p_{as} en la tubería de aspiración desarrolla una fuerza f_2 inferior al empuje f_1 del resorte de regulación, y cierre de la misma si el predominio de las fuerzas se invierte.

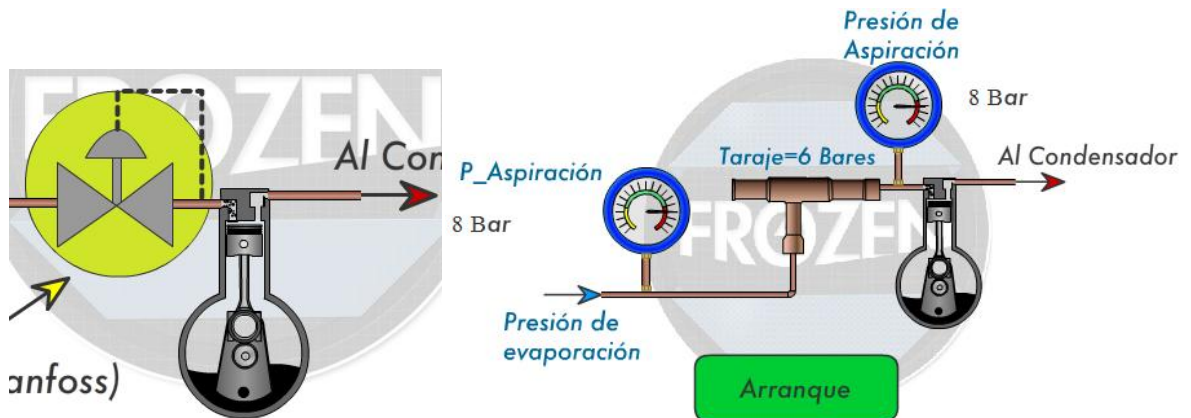
En una determinada regulación del resorte de regulación, la presión de aspiración será, por consiguiente, muy igual a la que desarrolle sobre la válvula una fuerza f_2 idéntica a la del resorte de regulación.

Funcionamiento

En la puesta en marcha de la instalación, o en el arranque de la máquina después de un paro prolongado, la presión en el evaporador y en la tubería de aspiración es mucho más elevada que la presión de aspiración en régimen permanente. La válvula obturadora se encuentra, así pues, cerrada sobre su asiento. El compresor sólo puede aspirar de la tubería de aspiración, bajando el valor de p_{as} rápidamente por debajo del límite superior fijado en la regulación del resorte de regulación. La válvula se abre; el flujo de vapores procedentes del evaporador hacen subir la presión de aspiración por encima de este valor y la válvula se cierra. Después de

varias pulsaciones en el curso de las cuales aumentan los tiempos de apertura de la válvula, la presión de aspiración de régimen se estabiliza y, como su valor es inferior al límite superior fijado para la regulación del resorte, la válvula queda abierta.

Ilustración 57. Esquema y montaje válvula tipo KVL



Fuente: Los Autores

3.1.2.1.4 Regulador de presión de condensación. Los reguladores de presión de condensación se pueden montar igualmente en la línea de gas o de líquido en sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Se utilizan para mantener una presión de condensación constante y suficientemente alta con sistemas de condensadores refrigerados por aire. Los reguladores de presión de condensación se pueden utilizar también con válvula de retención, diferencial, o válvula que regule la presión de presión del recipiente, para asegurar que se mantiene una presión adecuada en el recipiente.

Existen dos maneras de hacer este tipo de regulación:

- Regulación de presión de condensación directa (sobre el fluido frigorígeno)
- Regulación de presión de condensación indirecta (sobre el aire del condensador)

Regulación de presión de condensación directa (sobre el fluido frigorígeno):

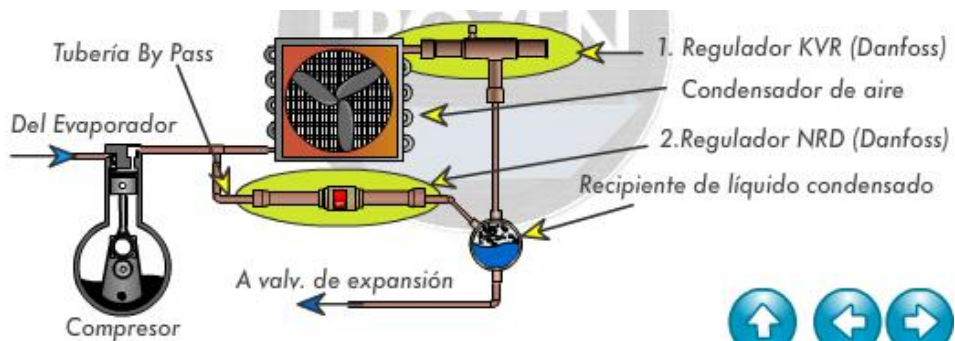
La regulación de la presión se obtiene por disminución de la superficie efectiva del condensador. Esta reducción de superficie puede obtenerse de diversos modos examinaremos solamente el que concierne a la alimentación parcial de fluido frigorígeno el condensador.

En el período invernal, la presión en el recipiente acumulador debe mantenerse a un valor compatible con el buen funcionamiento de los aparatos de alimentación (válvula de expansión), lo que se consigue gracias a una toma de presión practicada en la descarga del compresor.

Dicho dispositivo requiere la instalación de mínimo dos reguladores de presión montado, por una parte, sobre la tubería de unión entre el condensador y el recipiente de líquido condensado y, por otra, en la tubería de "by-pass" de los gases descargados.

El regulador de presión intercalado entre el condensador y el recipiente de líquido debe cerrar ante una baja de presión en el condensador, y el que se halla montado en la tubería del "by-pass", debe abrir por descenso de presión en el recipiente de líquido. Se trata, en efecto, de un regulador de capacidad, estudiado anteriormente.

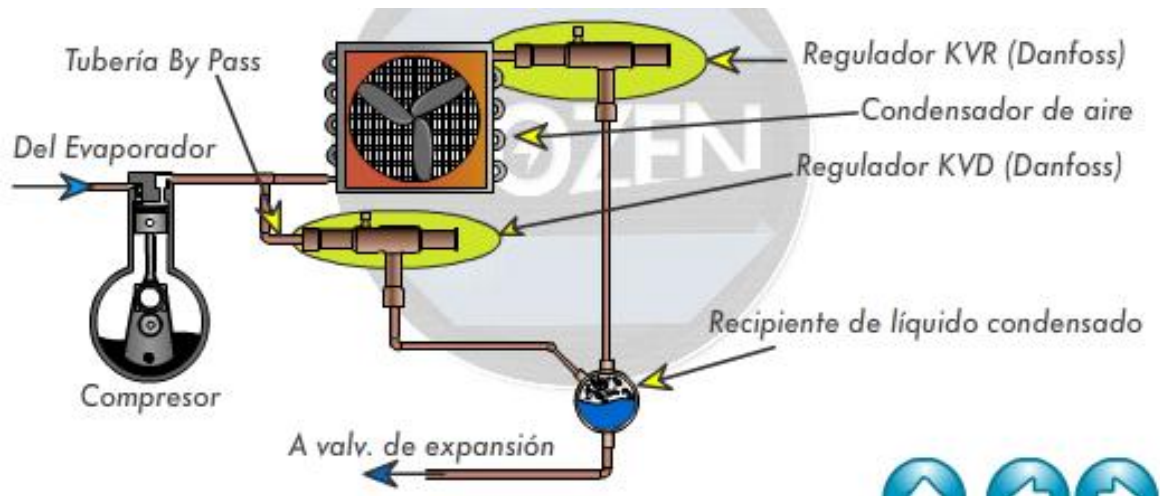
Ilustración 58. Montaje válvula KVR+NRD.



Fuente: Los Autores

El regulador de presión intercalado entre el condensador y el recipiente de líquido (KVR) debe cerrar ante una baja de presión en el condensador, y el que se halla montado en la tubería del "by-pass", debe abrir por descenso de presión en el recipiente de líquido (NRD). Se trata, en efecto, de un regulador de capacidad, estudiado anteriormente.

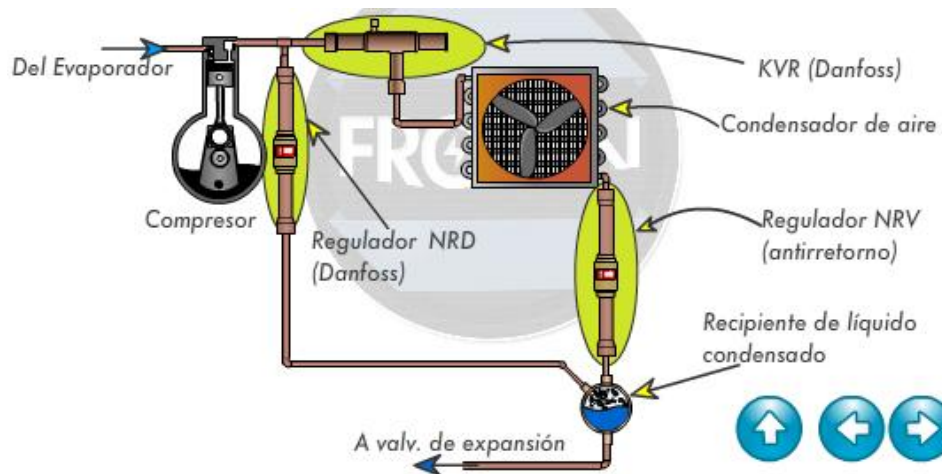
Ilustración 59. Montaje válvula KVR+KVD.



Fuente: Los Autores

La KVD se usa para mantener una presión en el recipiente líquido de evaporación suficientemente elevada en instalaciones con o sin recuperación de calor, la KVD se abre al disminuir la presión en el recipiente y tiene una toma para manómetro que se usa para regular la presión mínima del recipiente, se usa acompañado de la KVR.

Ilustración 60. Montaje válvula KVR+NRD+NRV.



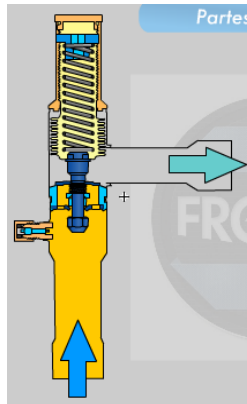
Fuente: Los Autores

En situaciones donde el condensador y el recipiente estén situados en zonas exteriores y en un entorno climático muy frío, puede resultar difícil arrancar el sistema después de una larga parada, en estos casos, se monta la KVR antes del condensador, la NRD en el by-pass, y NRV a la salida del condensador.

Funcionamiento

En el periodo estival, las temperaturas elevadas del aire admitido sobre el condensador conducen a presiones de condensación superiores al valor de regulación del regulador principal; éste se halla, pues, totalmente abierto y el condensador no se puede llenar de líquido. La presión en el recipiente de líquido es (más o menos con las pérdidas de carga) igual a la presión de condensación, siendo los valores de esta presión muy superiores al valor de ajuste del regulador secundario, por lo que éste se halla entonces cerrado obturando la tubería de conducción de los gases descartados al recipiente de líquido.

Ilustración 61. Corte válvula KVR.



Fuente: Los Autores

En el periodo invernal, la presión de condensación desciende en relación con las bajas temperaturas del aire admitido en el condensador, y su valor se sitúa por debajo del ajuste del regulador principal, cerrándose éste de forma progresiva; así pues, el condensador se alimenta parcialmente de líquido y la presión de condensación se mantiene en el valor deseado.

Si la presión en el recipiente desciende de forma anormal, se abre el regulador secundario y el by-pass de gases descargados admitidos por encima del líquido contenido en el recipiente, eleva la presión del líquido a un valor compatible con el buen funcionamiento de la instalación.

La experiencia demuestra que el regulador secundario debe abrir a una presión inferior, desde $\{(1,4) \text{ a } (3)\}$ bares, a la presión de ajuste del regulador principal.

El hecho de almacenar, durante el período invernal, fluido frigorígeno líquido en el condensador hace necesario prever una carga suplementaria de fluido frigorígeno. Esta carga puede determinarse fácilmente si se conoce el diámetro y longitud de los tubos del condensador llenos de líquido durante el período invernal, así como

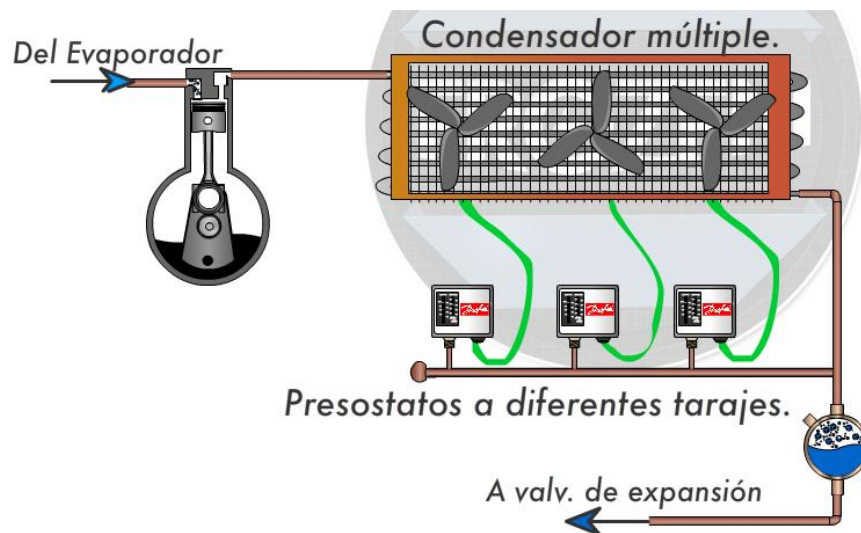
también las características del tubo de unión entre la salida del condensador y la entrada del regulador principal.

Hace falta tener en cuenta esta cantidad suplementaria al determinar la capacidad del recipiente de líquido, ya que en él se encontrará almacenado dicho líquido durante el periodo estival.

Regulación de presión de condensación indirecta (sobre el aire del condensador):

La regulación de la presión de condensación se obtiene entonces eliminando sucesivamente un número determinado de ventiladores por medio de presóstatos regulados a presiones decrecientes. El mismo resultado se obtiene con un presóstato de varias etapas.

Ilustración 62. Regulación de presión de condensación indirecta

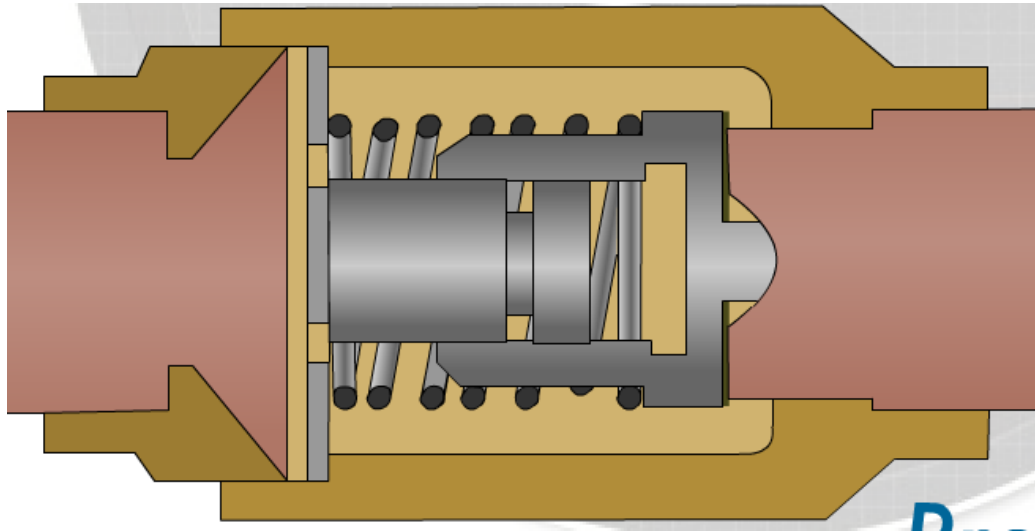


Fuente: Los Autores

3.1.2.1.5 Válvulas de retención. Esta válvula también llamada válvula diferencial, actúa dependiendo de la diferencia de presión entre sus dos orificios, normalmente viene tarada entre (1,4 - 3,0) bares, es muy útil para hacer un

sistema más flexible y con más posibilidades de operación. Cuando la válvula se utiliza como dispositivo de derivación con una reguladora de condensación asegura el mantenimiento de la presión del recipiente.

Ilustración 63. Corte válvula NRD



Fuente: Los Autores

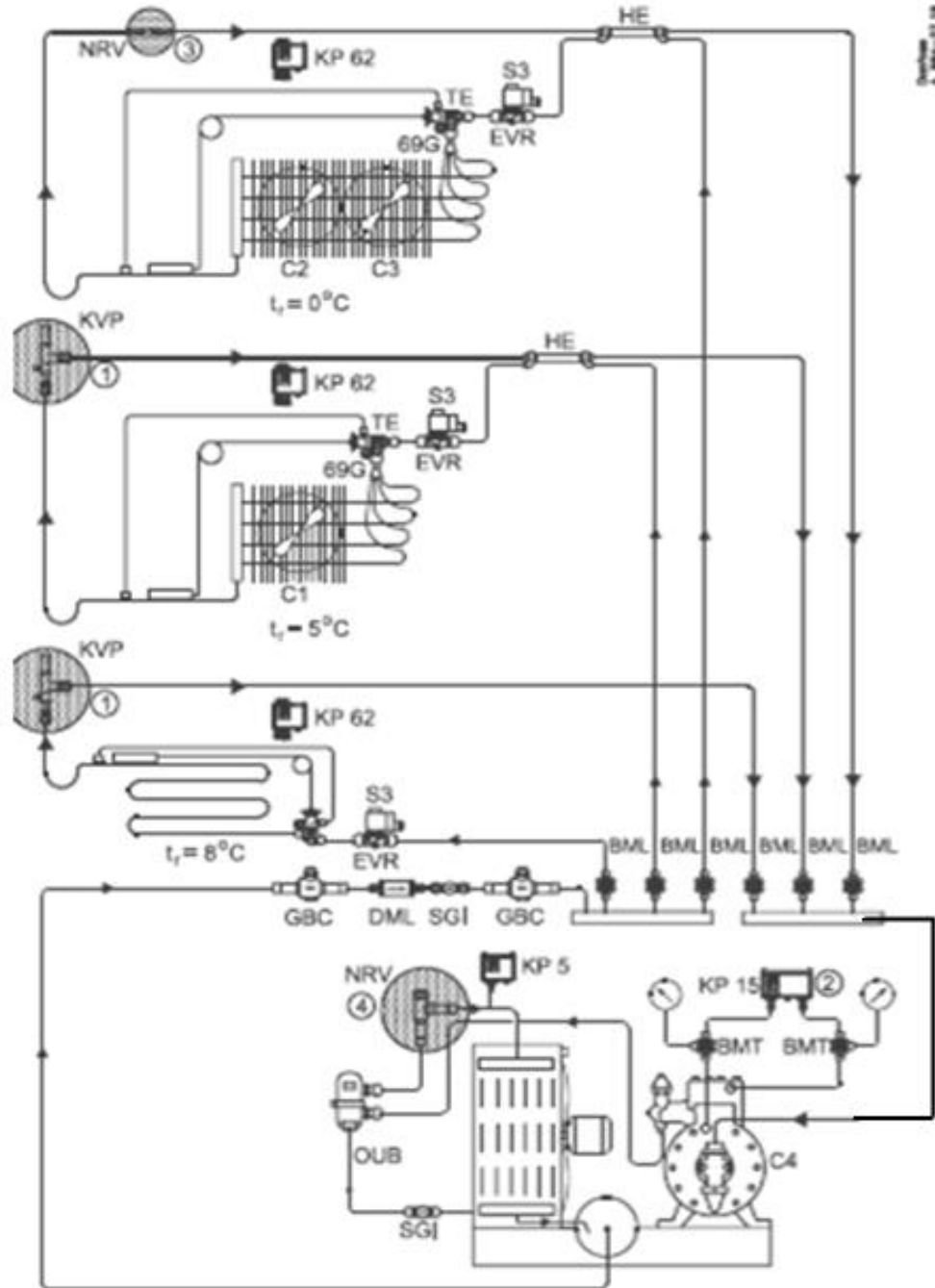
Se puede usar en cualquier circuito frigorífico, se ven normalmente en grandes frigoríficos acompañando a las reguladores de presión de condensación.

Ejemplos de instalaciones con válvulas auxiliares.

Resumiendo este capítulo veremos dos ejemplos de las válvulas auxiliares que usan la mayoría de sistemas de refrigeración y aire acondicionado de tamaños considerables, estas dos instalaciones son:

- Instalación de refrigeración centralizada para temperaturas de cámara fría superiores al punto de congelación.
- Instalación de refrigeración para instalaciones de aire de ventilación.

Ilustración 64. Instalación de refrigeración centralizada para temperaturas de cámara fría superiores al punto de congelación.



Fuente: Automatización de instalaciones de refrigeración comerciales, Danfoss

Instalación de refrigeración centralizada (un solo compresor) para temperaturas de cámara fría superiores al punto de congelación.

(ver Ilustración 64: Instalación de refrigeración centralizada para temperaturas de cámara fría superiores al punto de congelación.):¹⁶

La temperatura y la humedad relativa juegan un papel importante en la conservación de productos alimenticios y los diversos artículos han de ser almacenados en las condiciones más favorables. Por tanto, se utilizan cámaras frías que tienen temperaturas y humedades diferentes. Es preciso controlar, no solamente la temperatura ambiente, sino también la temperatura de evaporación. En el ejemplo ilustrado, deben tenerse en cuenta las siguientes temperaturas:

Tabla 2. Temperaturas de cámaras frías.

	Temp. ambiente	Temp. de Evaporación
Cámara para productos vegetales	+8°C	+3°C
Cámara para carne troceada y ensaladas	+5°C	-5°C
Cámara para carne	0°C	-10°C

La temperatura ambiente en las tres cámaras frías es controlada por termostatos de tipo KP-62 que cierran y abren las válvulas de solenoide EVR. Dos reguladores de temperatura de evaporación, tipo KVP (1) regulan la circulación en la tubería de aspiración después del evaporador en las cámaras frías de +8°C y +5°C de modo que las temperaturas de evaporación se mantengan en +3°C y -5°C, respectivamente. El presóstato de alta y baja tipo KP 15 (2) energiza y desenergiza el compresor a una presión de aspiración convenientemente baja para mantener en -10°C la temperatura de evaporación en la cámara a 0°C. Durante la

¹⁶ Danfoss, P. (2004). Automatización de instalaciones de refrigeración comerciales. Recuperado el 15 de Octubre de 2012, de http://www.danfoss.com/Latin_America_spanish/.

parada del compresor, la válvula de retención, tipo NRV (3) impide que el refrigerante procedente de los evaporadores de las cámaras frías a +8°C y +5°C se condense en el evaporador más frío, es decir en el condensador de la cámara a 0°C.

La válvula de retención tipo NRV (4) asegura la protección contra la condensación del refrigerante en el separador de aceite y en la tapa superior del compresor, si estos componentes llegan a ser más fríos que el evaporador durante los periodos de parada de la instalación.

Instalación de refrigeración para instalaciones de aire de ventilación.

(Ver Ilustración 65: Instalación de refrigeración para instalaciones de aire de ventilación.):¹⁷

En la línea de aspiración hay montado un regulador de presión de aspiración electrónico tipo KVS (1). El regulador electrónico recibe la señal de mando de un sistema de control centralizado, como por ejemplo un PLC, que a su vez tiene su sensor situado en el aire de retorno del local cuyo aire de ventilación debe ser refrigerado. La válvula KVS se abre cuando la temperatura del aire de retorno aumenta. Si la temperatura del sensor sube, la válvula se abre un poco más y la aspiración del evaporador aumenta. Al mismo tiempo disminuye la pérdida de carga a través de la válvula, ya que la temperatura de evaporación baja y la presión de aspiración sube. Así se aumenta la capacidad del evaporador y del compresor, si la temperatura del sensor baja, ocurre todo lo contrario.

Puesto que una instalación de estas características tiene que poder funcionar independientemente de las condiciones de carga, será necesario realizar una regulación de capacidad del compresor. Se puede utilizar el regulador de capacidad tipo KVC (2), este regulador puede impedir que la presión de aspiración caiga tanto que el presóstato de baja presión dispare el compresor o que el compresor tome un valor de presión de aspiración mínima permisible. Esto se puede evitar ajustando el regulador KVC para que empiece a abrir de manera que no se sobrepasen las citadas limitaciones. Con esta derivación de gas caliente se traslada una cantidad del gas de descarga del lado de descarga de la instalación al lado de aspiración, con lo cual se reduce la capacidad frigorífica.

Esta forma de regulación de capacidad hace que el gas de aspiración se recaliente bastante. Y como en consecuencia la temperatura del gas de descarga

¹⁷ *Ibidem.*

sube, aumenta el riesgo de carbonización del aceite en las válvulas de compresión del compresor. Para compensar esto se ha montado una válvula de expansión termostática de tipo T (3) en derivación desde la línea de líquido a la línea de aspiración. El bulbo de esta válvula está situado en la línea de aspiración inmediatamente antes del compresor. Si el recalentamiento de este lugar toma un valor demasiado grande, se abre la válvula y se inyecta un poco de líquido en la línea de aspiración. Con la evaporación de este líquido se reduce el recalentamiento y en consecuencia la temperatura del gas de descarga. La válvula de solenoide tipo EVR (4) está montada inmediatamente antes de la válvula de expansión termostática (3) para impedir que entre líquido refrigerante en la línea de aspiración cuando la instalación de refrigeración está parada.

3.1.2.2 Válvulas auxiliares pilotadas. Las válvulas pilotadas se componen básicamente de la combinación dos válvulas, una es la válvula principal y la otra la válvulas piloto, siendo la primera el actuador, y las segunda quien da la señal, dependiendo de la variable a controlar, una válvula principal puede tener varias válvulas piloto dependiendo de su diseño.

Estas válvulas se componen de dos tipos de válvulas básicamente:

- Válvulas auxiliares principales
- Válvulas piloto

3.1.2.2.1 Válvulas auxiliares principales. En este grupo veremos las válvulas secundarias que tienen entradas piloto (por esta razón reciben el nombre de válvulas principales) esta entrada permite hacer múltiples combinaciones, según los tipos de válvulas auxiliares piloto que se use, lo que las convierte en válvulas auxiliares más flexibles y compactas.

Las válvulas auxiliares pilotadas son válvulas principales servo-accionadas que se utilizan para regular la presión y la temperatura en las instalaciones frigoríficas.

La válvula auxiliar principal se puede utilizar en el lado de alta y en el de baja presión del sistema, en la línea de aspiración húmedas y secas, así como en líneas de líquido sin cambio de fase (es decir, donde no se produce evaporación en la válvula). El funcionamiento de la válvula depende únicamente del tipo de control que la válvula recibe, ya sea por medio de válvulas auxiliares piloto o por medio de una presión de control externa.

Ilustración 66. Principio de las válvulas auxiliares principales

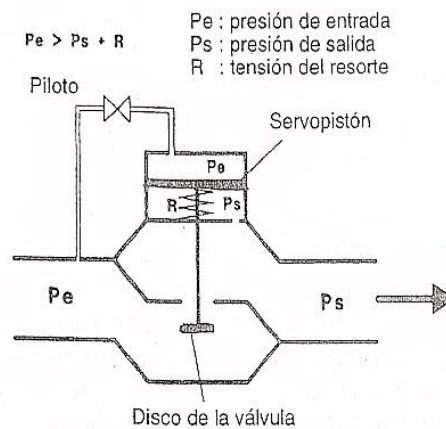


Figura 27 Esquema de principio.

Fuente: Rapin P. J. & Jacquard P. (1999) Instalaciones Frigoríficas Tomo 2 .México: Alfaomega.

Las válvulas auxiliares principales las clasificamos en dos tipos:

- Válvula auxiliar principal tipo válvula reguladora.
- Válvula auxiliar principal tipo plataforma.

Válvula auxiliar principal de tipo válvula reguladora:

En las válvulas auxiliares principales tipo válvula reguladora se encuentran aquellas que regulan una o varias variables específicas en el circuito frigorígeno, como la temperatura, la presión, etc.

Se encuentran válvulas que tienen conexión para una presión de control (una válvula piloto), mientras que existen otras que tienen hasta tres conexiones a presión de control (tres válvulas pilotos). Las válvulas piloto se pueden roscar directamente en la válvula principal o se pueden conectar mediante una tubería de pilotaje externa.

Ilustración 67: Corte válvulas auxiliares principales.

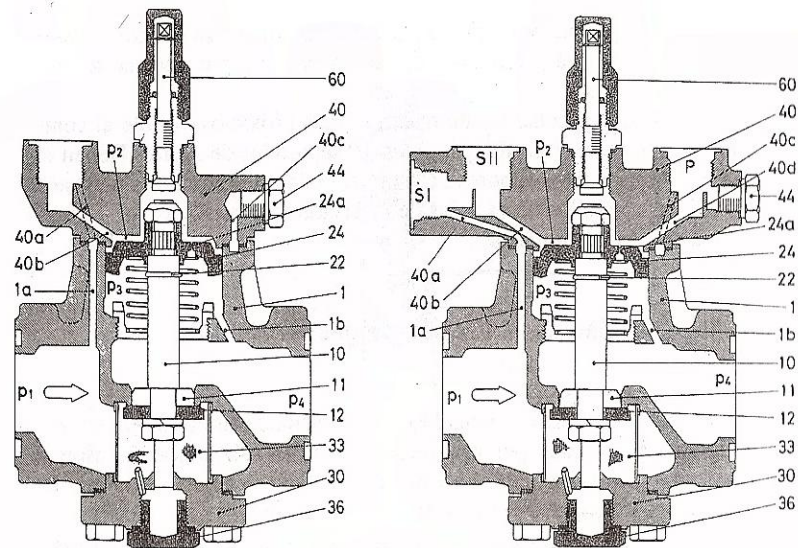


Figura 26 Válvulas principales: 1. Cuerpo de la válvula; 1a y 1b. Conductos en el interior del cuerpo de la válvula; 10. Vástago de la válvula; 11. Cono de estrangulación; 12. Asiento de la válvula, de teflón; 22. Anillo de bloqueo; 24. Servopistón; 24a. Orificio de equilibrado dentro del servopistón; 30. Tapa; 33. Filtro de impurezas; 36. Tapón de la tapa; 40. Cubierta; 40a, b, c y d. Conductos en la cubierta 40; 44. Toma manométrica; 60. Vástago para apertura manual; S I, S II. Racor para la válvula piloto en serie; P. Racor para la válvula piloto en paralelo (Doc. Danfoss).

Fuente: Rapin P. J. & Jacquard P. (1999) Instalaciones Frigoríficas Tomo 2 .México: Alfaomega.

Lo que permite realizar varias funciones diferentes con la misma válvula principal. En uno de los laterales de la parte superior se puede conectar un manómetro para medir la presión de entrada cuando se necesita ajustar la función de la válvula principal en relación a la regulación de la planta, efectuada por las válvulas piloto. Pueden abrirse manualmente mediante un husillo situado en la cubierta superior de la válvula.

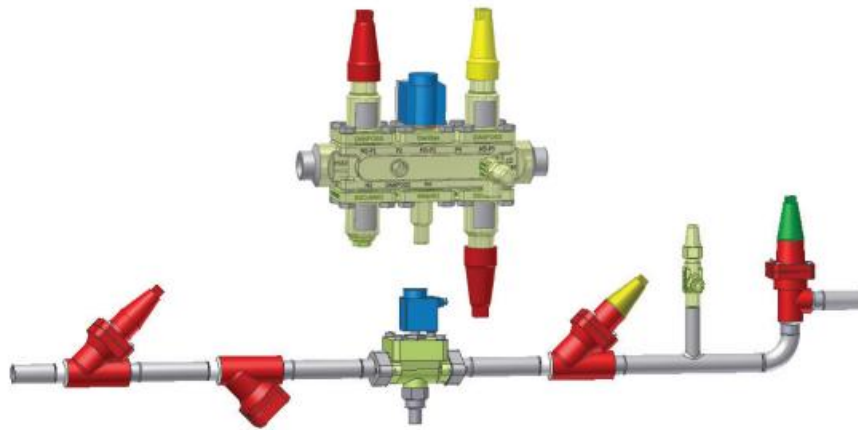
El tapón de fondo de la válvula puede cambiarse por un indicador de posición electrónico y se podrá leer electrónicamente la posición del cono de regulación.

Se deben consultar las características de cada válvula con su fabricante.

Válvula auxiliar principal tipo plataforma:

La estación o plataforma de válvulas es una solución de diseño innovadora que incluye todas las funciones de una estación de válvulas convencional en una sola unidad de tamaño compacto. Esta estación de válvulas no solo ofrece diversas ventajas durante la etapa de diseño de las plantas de refrigeración, sino también en la instalación, el servicio y el mantenimiento de estas, además que son aptas para cualquier tipo de refrigerante.

Ilustración 68. Tren de válvulas en estación ICF (Danfoss)

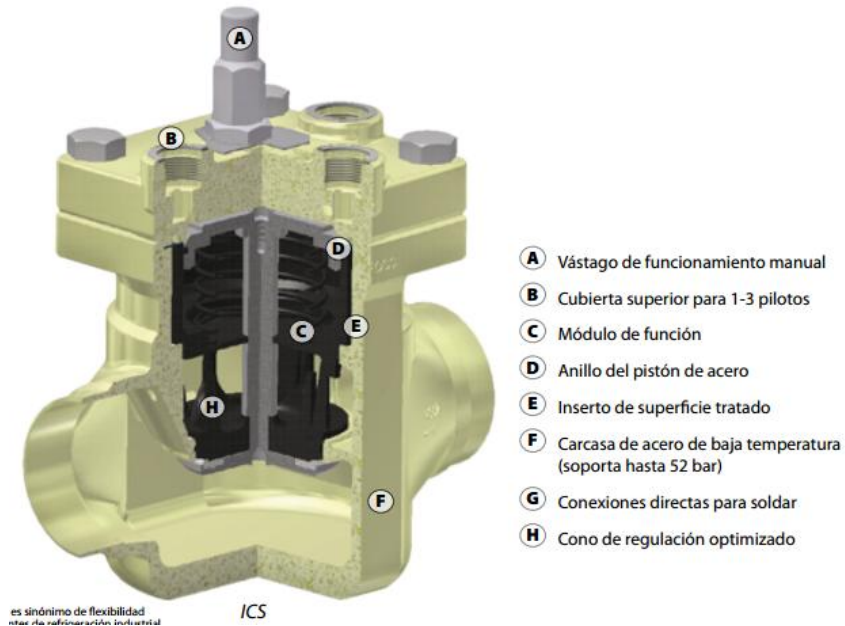


Fuente: Estación de válvulas ICF: miembro de la familia flexiline.

La plataforma de válvulas hace posible la sustitución de un tren de válvulas convencional por una única válvula aplicando tan sólo dos soldaduras. La plataforma de válvulas se basa en un concepto modular cuya principal característica es la flexibilidad.

La plataforma ofrece una elevada eficiencia que reduce los tiempos de instalación por otra parte aumenta la flexibilidad avanzada y simplicidad inteligente que facilita todas las etapas de un proyecto, desde la ingeniería y el diseño hasta el mantenimiento rutinario del sistema.

Ilustración 69. Corte válvula plataforma ICS (Danfoss)



Fuente: Catálogo de Selección Rápida 2013.

Asimismo, son compatibles con la mayoría de aplicaciones existentes empleando únicamente cuatro configuraciones básicas y admite múltiples configuraciones personalizadas. El diseño de la estación de válvulas es apto tanto para refrigerantes de baja como de alta presión, siendo posible su uso en líneas de líquido, líneas de inyección de compresores y tuberías de gas caliente.

3.1.2.2.2 Válvulas piloto. Existen numerosas válvulas piloto, lo que permite efectuar múltiples combinaciones, éstas válvulas fueron creadas con el fin de ahorrar espacio, tiempo de instalación, entre otras; una de sus desventajas es que requiere un mantenimiento más cuidadoso en comparación con las válvulas clásicas.

Ilustración 72. Ejemplo de principio básico de las válvulas piloto.

A continuación damos dos ejemplos de utilización de estos aparatos:

1) Control de la presión de evaporación.

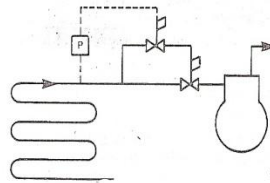


Figura 30

2) Control de la temperatura de un fluido y de la presión de evaporación.

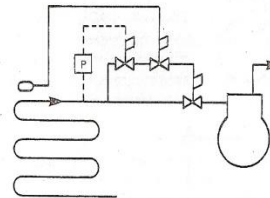


Figura 31

Fuente: Rapin P. J. & Jacquard P. (1999) Instalaciones Frigoríficas Tomo 2 .México: Alfaomega.

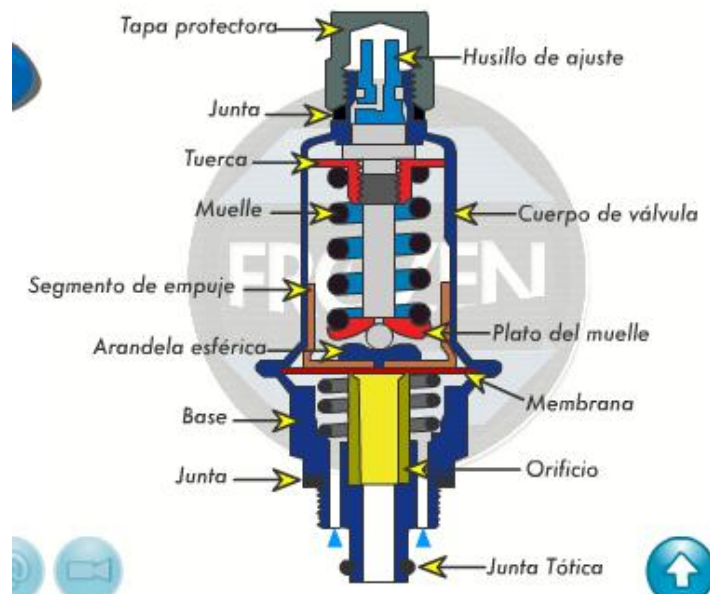
Entre las que principalmente se encuentran:

- Válvulas piloto de presión constante.
- Válvulas piloto de presión constante con presión de referencia.
- Válvulas piloto de presión diferencial.
- Válvulas piloto de temperatura.
- Válvulas piloto de solenoide.
- Válvulas piloto electrónico.

Válvula piloto de presión constante.

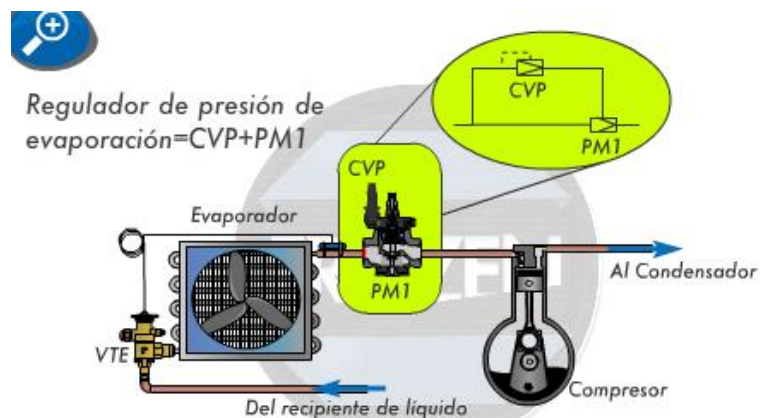
La válvula piloto de presión constante está disponible en dos versiones: baja presión (LP) y alta presión (HP). La válvula piloto se utiliza para mantener una presión constante en el lado de entrada de la válvula principal. La versión de baja presión (LP) no debe someterse a pulsaciones.

Ilustración 73. Válvula piloto de presión constante CVP (Danfoss)



Fuente: Los Autores

Ilustración 74. Ejemplo básico con válvula piloto de presión constante.



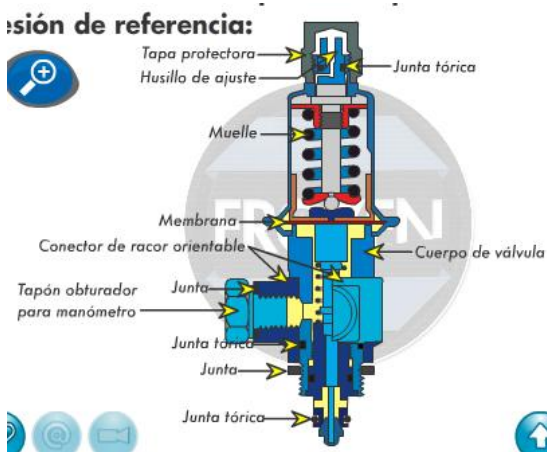
Fuente: Los Autores

Cuando una válvula piloto CVP se monta en un cuerpo de válvula auxiliar principal, se puede utilizar como una válvula de presión constante por separado o como válvula de alivio de presión (por ejemplo, para evitar sobrepresión hidráulica en una bolsa de líquido retenido).

Válvula piloto de presión constante con presión de referencia.

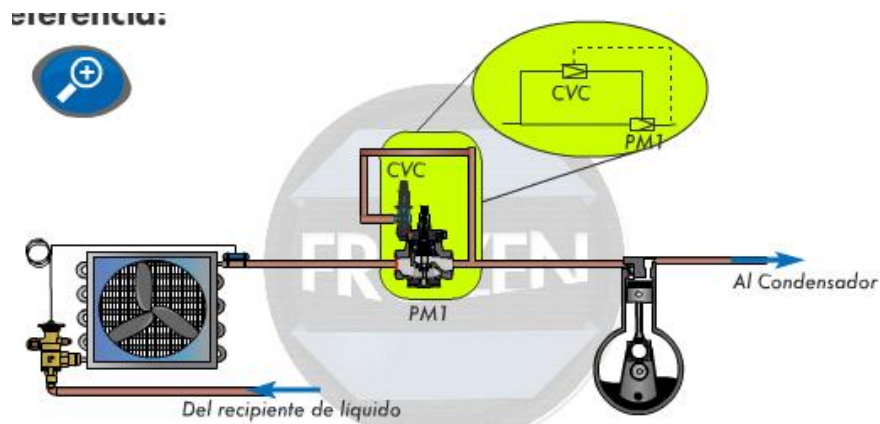
Es una válvula piloto controlada por presión que está dotada con una conexión que puede utilizarse para indicar la presión de referencia del sistema. Las válvulas piloto con presión de referencia se aplican con una válvula auxiliar principal para regular la capacidad en un sistema de derivación con gas caliente, para regular la presión de aspiración máxima, por ejemplo como regulador de presión en el cárter del compresor, como válvula limitadora de presión, por ejemplo para desescarche con gas caliente de tuberías de gas caliente.

Ilustración 75. Válvula piloto de presión cte. con presión de referencia CVC (Danfoss)



Fuente: Los Autores

Ilustración 76. Ejemplo básico con válvula piloto de presión constante con presión de referencia.



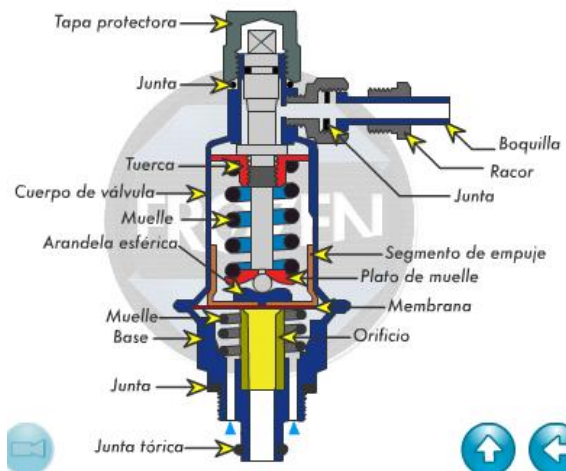
Fuente: Los Autores

Válvula piloto de diferencial de presión.

El funcionamiento de esta válvula es idéntico a las válvulas piloto de presión constante, a diferencia que ésta válvula compara dos presiones y según sus ajustes, ella actúa permitiendo a la válvula principal más funciones.

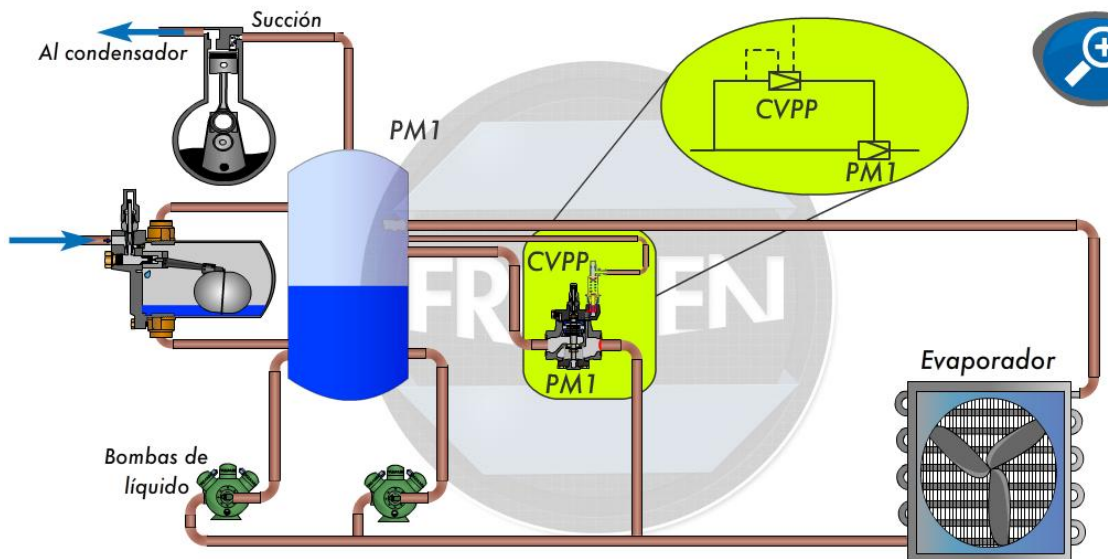
La válvula auxiliar piloto de diferencia de presión existe disponible en dos versiones: baja (LP) y alta (HP) presión. La válvula auxiliar piloto se utiliza para mantener una presión constante entre la conexión de presión de referencia de la válvula y la presión de entrada de la válvula principal. Incorpora una membrana que separa físicamente la presión de referencia y el refrigerante en la válvula. Por tanto, la válvula piloto también puede utilizarse como válvula neumática para el control de la válvula principal o como válvula neumática separada cuando está montada en un cuerpo de válvulas piloto.

Ilustración 77. Válvula piloto de presión diferencial CVPP (Danfoss).



Fuente: Los Autores

Ilustración 78. Ejemplo básico de válvula piloto de presión diferencial.



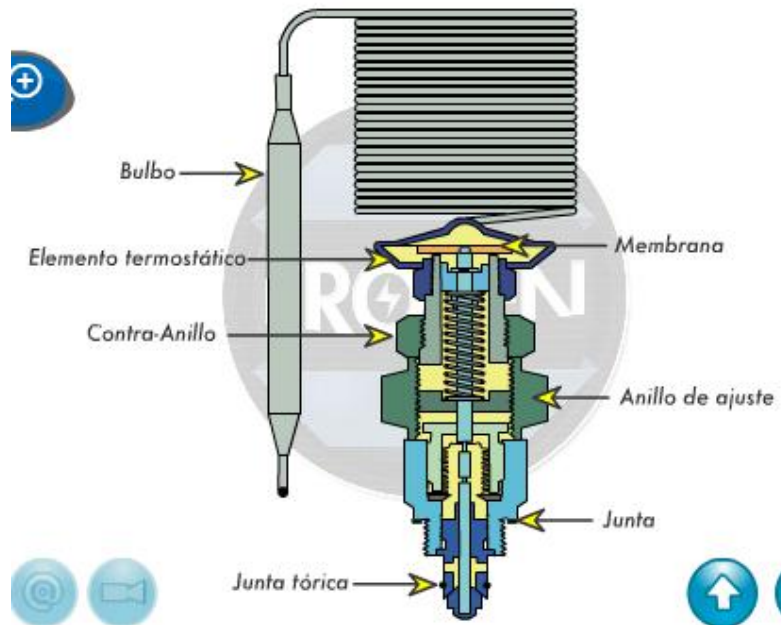
Fuente: Los Autores

Válvula piloto de temperatura.

Es una válvula piloto controlada por la temperatura de su bulbo sensor, independientemente de los cambios de presión en el sistema regulado por la

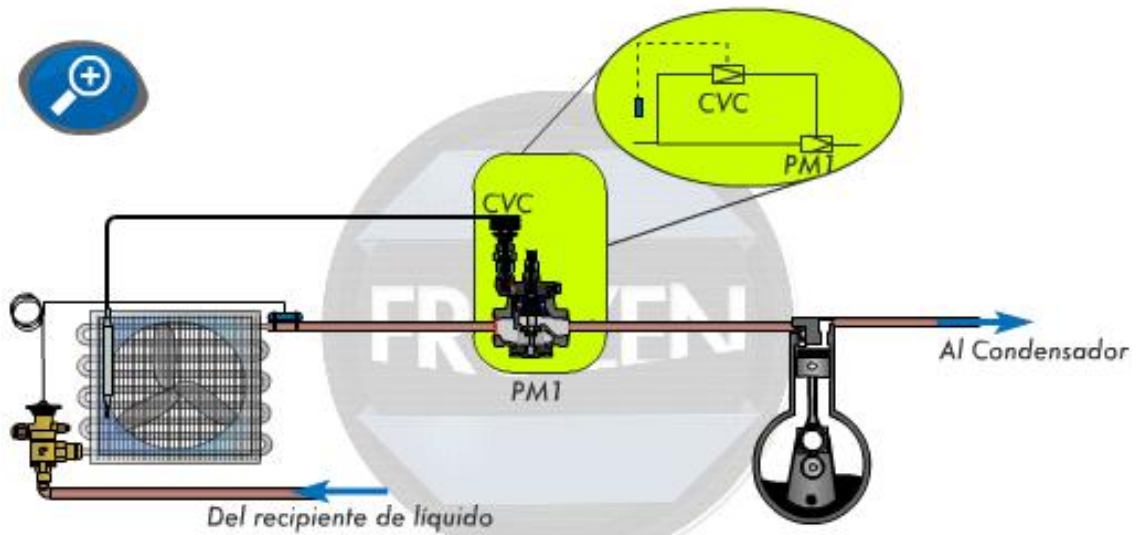
válvula. Existen dos tipos NO y NC, una abre cuando aumenta la temperatura mientras que la otra cierra cuando aumenta la temperatura.

Ilustración 79. Válvula auxiliar piloto de temperatura CVT (Danfoss)



Fuente: Los Autores

Ilustración 80. Ejemplo básico con válvula piloto de temperatura.

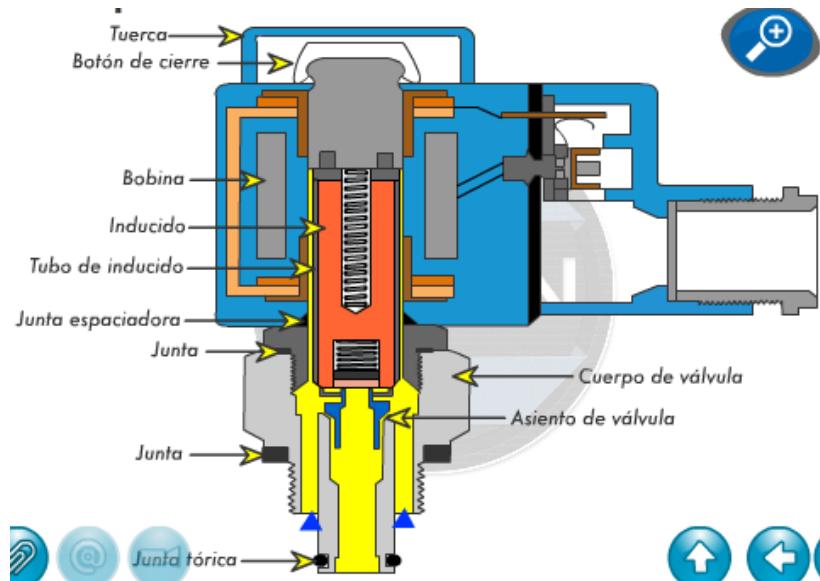


Fuente: Los Autores

Válvula piloto de solenoide

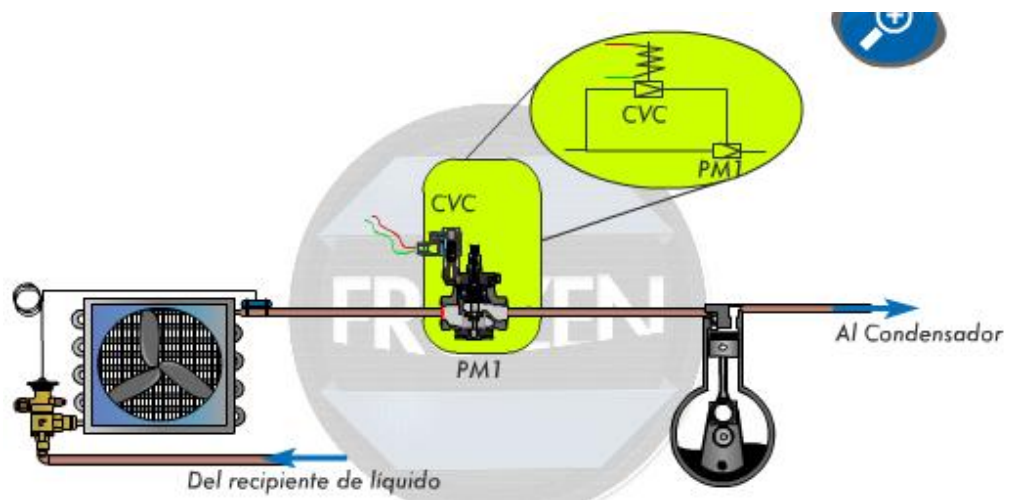
Se utilizan cuando se necesita un control ON/OFF de la válvula auxiliar principal, es decir anulan o habilitan la válvula principal. En combinación con cierto tipo de válvula auxiliar se puede usar como válvula independiente.

Ilustración 81. Válvula piloto de solenoide EVM (Danfoss).



Fuente: Los Autores

Ilustración 82. Ejemplo básico con válvula piloto solenoide.

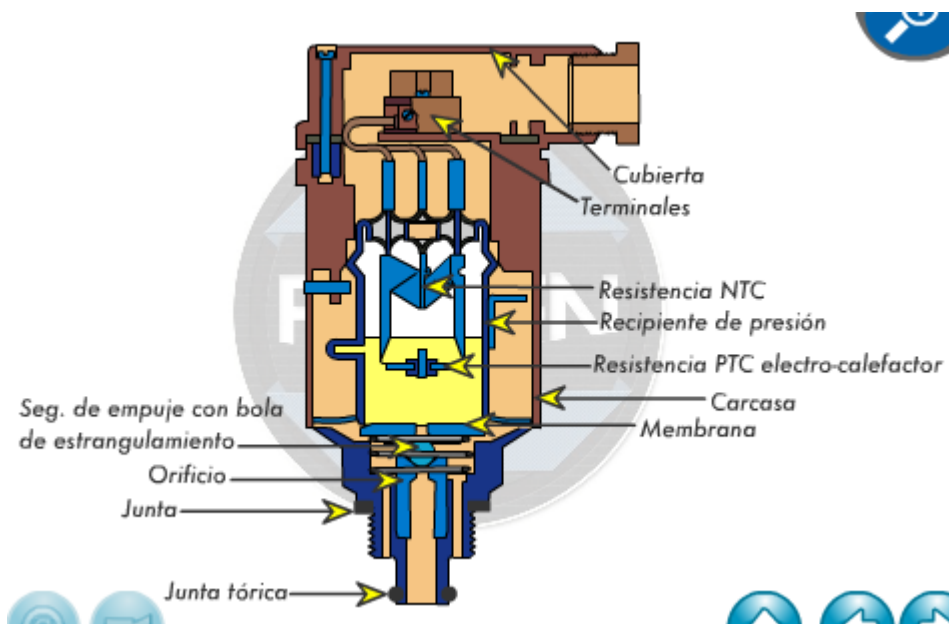


Fuente: Los Autores

Válvula piloto electrónica

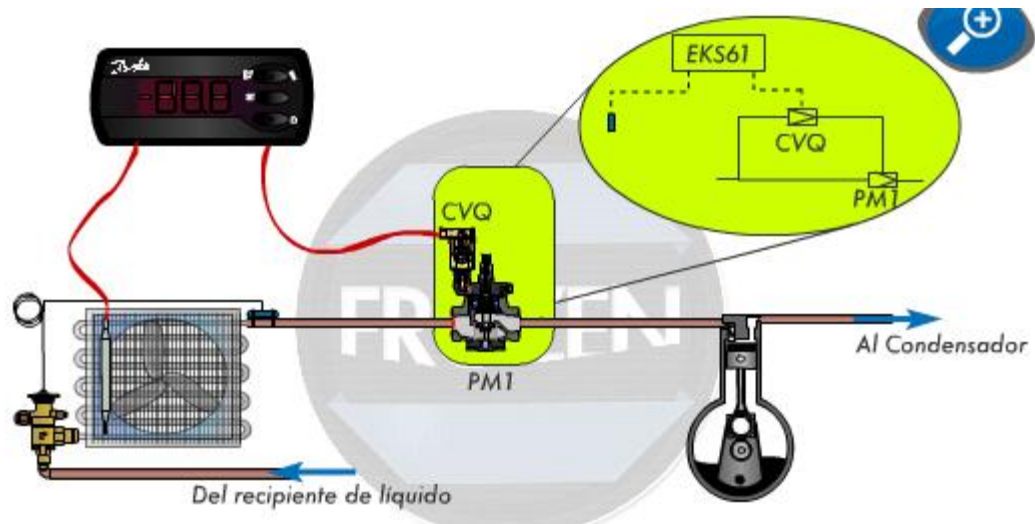
Los pilotos electrónicos son muy recomendados para este tipo de válvulas, son muy exactos y precisos, existen pilotos electrónicos para todos los requerimientos, funcionan con un controlador electrónico, mediante estos pilotos se puede controlar la válvula principal, lo que también hace posible su control remoto. Entre los más conocidos está el piloto tipo CVQ para control electrónico de temperatura de Danfoss.

Ilustración 83. válvula piloto electrónica tipo CVQ (danfoss)



Fuente: Los Autores

Ilustración 84. Ejemplo básico con válvula piloto electrónica.



Fuente: Los Autores

Diseño y funcionamiento CVQ consta de un recipiente que contiene una carga a una presión determinada, un elemento calefactor y un sensor de temperatura. Cuando se regula la temperatura del recipiente de presión, se crea una presión exactamente proporcional que modifica el grado de apertura del orificio y con esto se modifica el impulso de gobierno que la CVQ transmite a la válvula principal ICS o PM. Si la presión en el recipiente de presión resulta demasiado elevada, un sistema de seguridad interno asegura que elemento calefactor se cortocircuite y se detenga el aumento de presión.

3.2 PARÁMETROS DE OPERACIÓN

Los parámetros más importantes a controlar en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado son las variables de temperatura, presión, y el desescarche, en este módulo veremos los diferentes sensores, actuadores, controladores etc., empleados para enfrentar los diferentes desafíos que implica controlar estas variables.

Los capítulos que veremos en los parámetros de operación son:

- Control de temperatura.
- Control de presión.
- Control de desescarche.

3.2.1 Control de temperatura. Este factor tan importante en la refrigeración y aire acondicionado es muy impredecible y existen desde elementos sensores hasta sistemas robustos para controlar la temperatura ya sea en sistemas de refrigeración, aire acondicionado o procesos industriales. Una falla en la toma de esta importante medida, puede causar desde pequeños daños que acortan la vida útil del sistema hasta daños irreversibles, por ello es importante tener un proveedor confiable y con buena experiencia en las aplicaciones a controlar.

Existen aparatos que permiten una regulación y protección automática de la temperatura, que permiten un buen funcionamiento de la máquina y un funcionamiento satisfactorio de la instalación; El objetivo primordial de estos aparatos es poner en marcha o detener la instalación o parte de ella en los casos de varios puntos de frío, estos aparatos en su mayoría son de hecho interruptores eléctricos automáticos.

En este libro vamos a clasificar el control de temperatura según los tipos de actuador, ya que son los que principalmente marcan el camino del control a ejercer, los actuadores más utilizados son:

- Mecánicos, también conocidos como termostatos.
- Electrónicos.

Los más usados son los termostatos aunque también hablaremos de los reguladores electrónicos; Los termostatos deben ser de fácil regulación robustos, precisos y fidedignos. Por consiguiente, las piezas que componen este conjunto deben estar perfectamente estabilizadas y además estar perfectamente protegidas

contra la oxidación, ya que estos aparatos, en razón de su función, se colocan en locales fríos y relativamente húmedos.

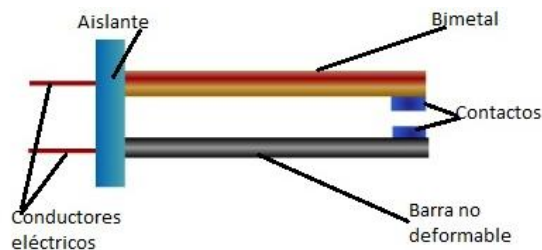
3.2.1.1 Actuadores mecánicos o termostatos. En refrigeración, los termostatos se utilizan, en general, como aparatos de regulación automática de la temperatura. Se utilizan mucho menos como aparatos de protección.

En FROZEN los clasificaremos según el sensor usado, los sensores más utilizados son:

- Bi-metal
- Ampolla de cristal
- Bulbo
- Especiales

3.2.1.1.1 Termostatos con bimetal.¹⁸ El bimetal es una lámina formada por dos hojas de metales diferentes laminados conjuntamente para obtener una soldadura molecular. Estos metales tienen diferentes coeficientes de dilatación, para uno es casi despreciable y para el otro es bien elevado. Si sujetamos este bimetal de uno de los extremos, cualquier variación de la temperatura provocará una deformación de este, que será más acentuada a mayores variaciones de temperatura.

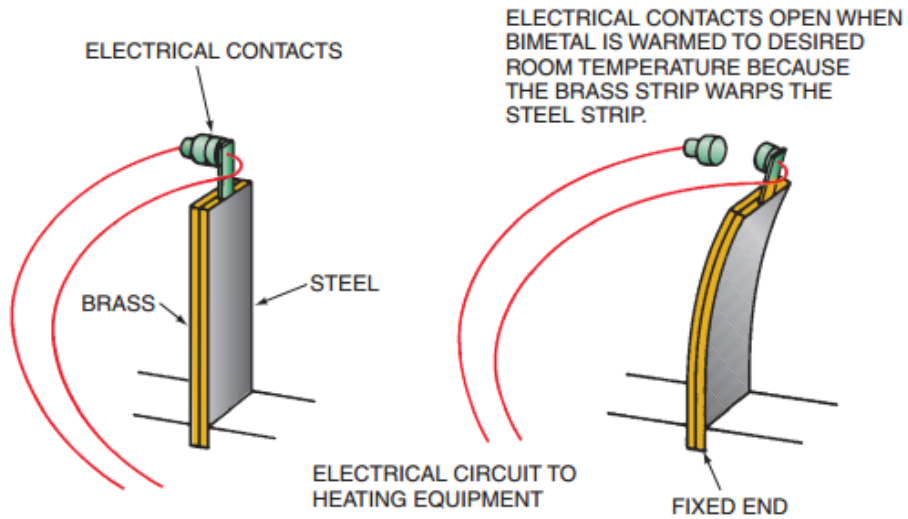
Ilustración 85. Termostato bimetal



Fuente: Los Autores

¹⁸Instalaciones Frigoríficas Tomo 2. P.J. Rapin/P. Jacquard Ed. Alfaomega.

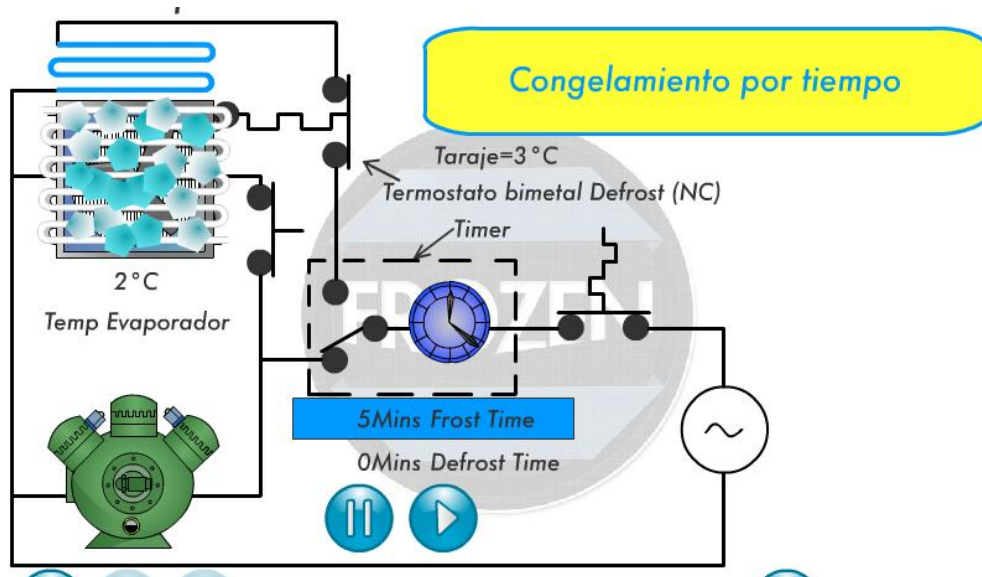
Ilustración 86. Principio del termostato bimetal.



Fuente: Bill Whitman, Bill Johnson, John Tomczyk & Eugene Silberstein. (2009). REFRIGERATION & AIR CONDITIONING TECHNOLOGY.

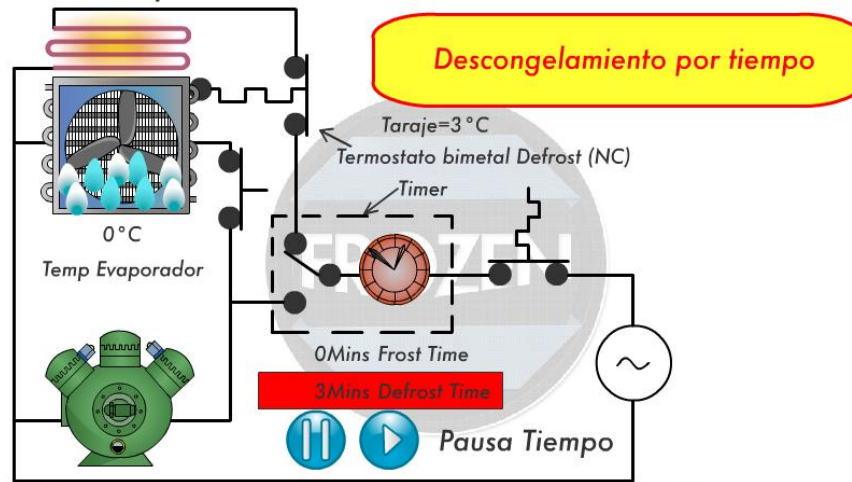
Unos de los extremos del bimetal está fijo, y el otro lleva la lámina de hierro dulce y el contacto móvil que, al fin de recorrido, se apoya sobre el contacto fijo cerrando de esta forma el circuito eléctrico.

Ilustración 87. Aplicación del termostato bimetal en nevera no frost.



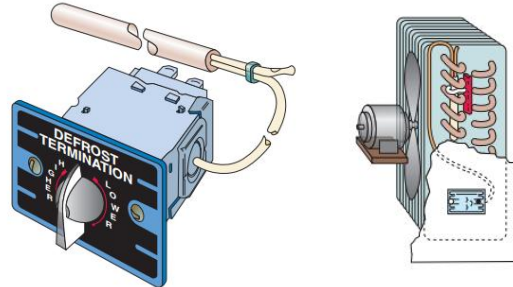
Fuente: Los Autores.

Ilustración 88. Desescarche de nevera no frost con termostato bimetálico y temporizador.



Fuente: Los Autores.

Ilustración 89. Ubicación del termostato bimetálico y temporizador en el evaporador.



Fuente: Bill Whitman, Bill Johnson, John Tomczyk & Eugene Silberstein. (2009). REFRIGERATION & AIR CONDITIONING TECHNOLOGY.

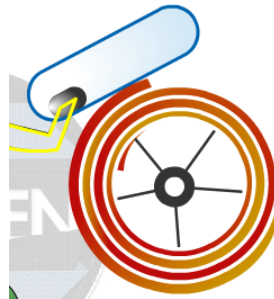
Este tipo de termostato incorpora en ocasiones contactos auxiliares colocados dentro del campo magnético del imán, destinados a evitar el arco de ruptura.

- En el proceso de conexión, los contactos auxiliares cierran antes de los contactos principales. El circuito eléctrico se establece dentro del campo magnético.

- En el proceso de desconexión, los contactos principales se separan en seguida. La barra se halla animada de cierta velocidad cuando encaja sobre la lengüeta porta-contactos auxiliar, que acciona en su movimiento hacia atrás; la separación de los contactos auxiliares es brusca y el arco de ruptura se halla excitado por el campo magnético del imán.

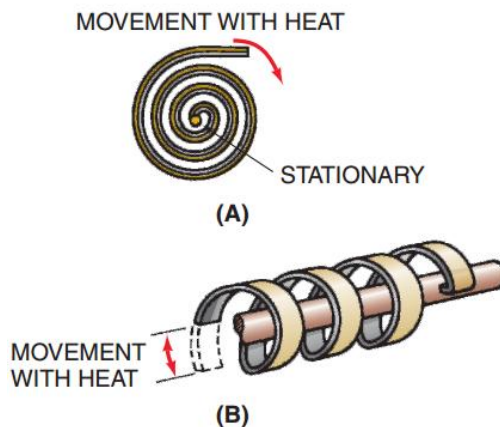
3.2.1.1.2 Termostato con ampolla de cristal. Los termostatos de ampolla de cristal son muy usados en el control de temperatura para aire acondicionado, se utiliza a baja tensión, no suele superar los 2 amperios.

Ilustración 90. Termostato de ampolla



Fuente: Los Autores

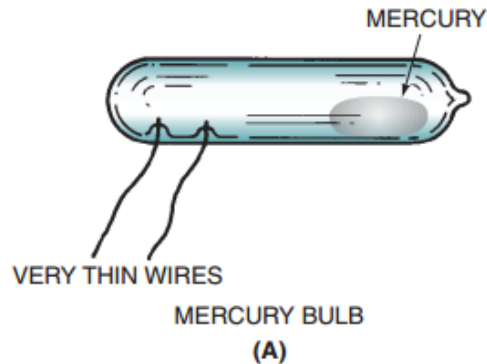
Ilustración 91. Principio del bimetálico de termostato con ampolla de cristal.



Fuente: Bill Whitman, Bill Johnson, John Tomczyk & Eugene Silberstein. (2009). REFRIGERATION & AIR CONDITIONING TECHNOLOGY.

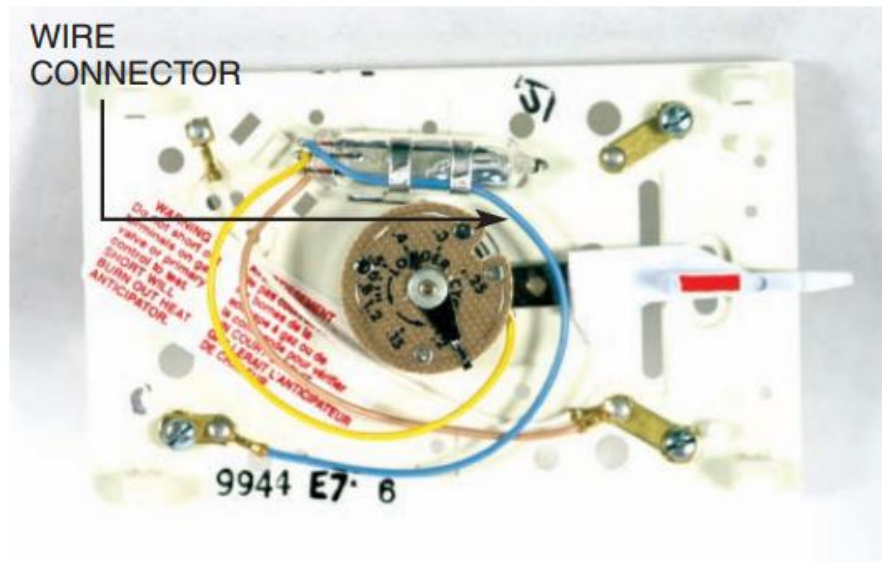
En este sistema, el equipo móvil actúa sobre una ampolla de cristal móvil alrededor de un eje. Esta ampolla sellada y en la cual se ha hecho el vacío, contiene mercurio, el cual de acuerdo con la posición de la ampolla, puede lograr el contacto entre dos electrodos o interrumpir el paso de la corriente eléctrica.

Ilustración 92. Ampolla de cristal.



Fuente: Bill Whitman, Bill Johnson, John Tomczyk & Eugene Silberstein. (2009). REFRIGERATION & AIR CONDITIONING TECHNOLOGY.

Ilustración 93. Termostato de ampolla para aire acondicionado.

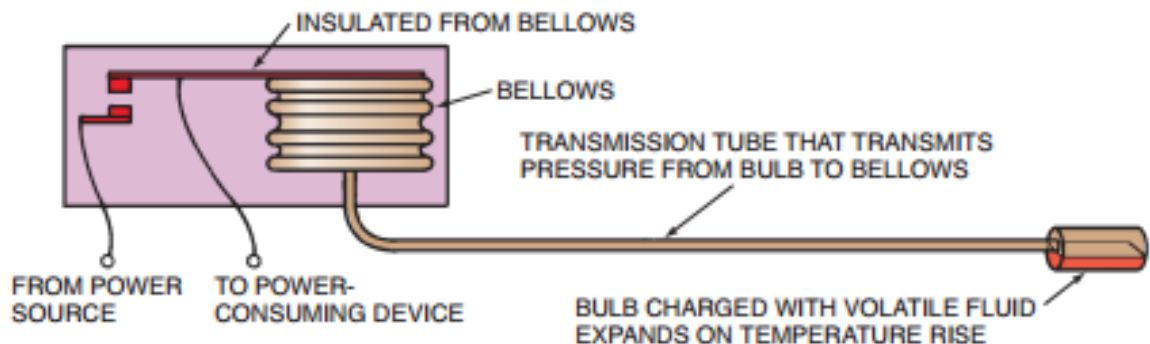


Fuente: Bill Whitman, Bill Johnson, John Tomczyk & Eugene Silberstein. (2009). REFRIGERATION & AIR CONDITIONING TECHNOLOGY.

Existen dos tipos de estos dispositivos, se diferencian de la siguiente manera, si los electrodos se hallan colocados en dos cubetas pequeñas, reteniendo cada cual una gota de mercurio en la posición de corte, se denomina a este conjunto de "electrodos húmedos" de lo contrario, se le denomina "de electrodos secos".

3.2.1.1.3 Termostato con bulbo y tubo capilar¹⁹. El sensor de bulbo detector se coloca en el medio cuya temperatura se quiera regular. Este bulbo se halla sujeto al fuelle colocado bajo la cubierta del termostato. El conjunto se halla bajo la presión del fluido con que se está cargado el bulbo y se comporta de forma idéntica al "Tren termostático" de una válvula de expansión termostática. A toda variación de la temperatura del bulbo corresponde la variación de la presión del fluido que produce la correspondiente deformación del fuelle. Estas deformaciones se equilibran por la acción del resorte de regulación que tiende a oponerse.

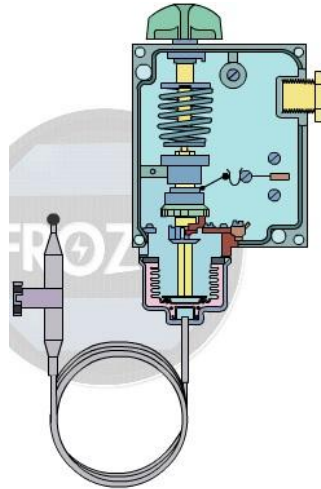
Ilustración 94. Principio del termostato con bulbo y tubo capilar.



Fuente: Bill Whitman, Bill Johnson, John Tomczyk & Eugene Silberstein. (2009). REFRIGERATION & AIR CONDITIONING TECHNOLOGY.

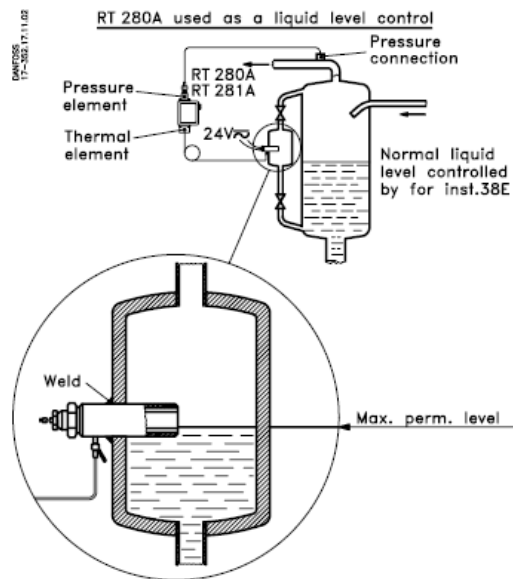
¹⁹Ibidem. p.513.

Ilustración 95. Termostato con bulbo



Fuente: Los Autores

Ilustración 96. Aplicación para control de nivel del termostato de la serie RT.



Fuente: On/Off Control, Danfoss

Las deformaciones del fuelle se transmiten al órgano de mando a través del dispositivo de enlace mecánico.

- Los termostatos de bulbo se utilizan asimismo para regular la temperatura de una superficie fría. Se les denomina entonces "termostatos de evaporador"; tienen un diferencial más amplio que los de ambiente.
- Se emplean para el control indirecto de la temperatura de una cámara frigorífica o de la cuba de un conservador, regulando la temperatura de la fuente fría (evaporador).
- El bulbo puede estar cargado por vapor saturado-líquido, con vapor (carga limitada) ó carga absorbente, es decir, que no es necesario que el bulbo sea el elemento más frío.

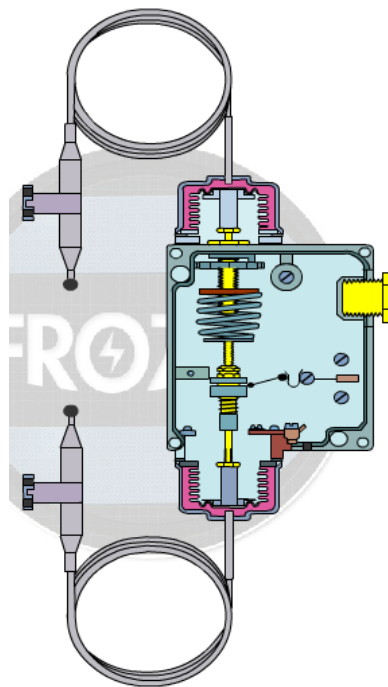
Cada una de las cargas tiene sus ventajas e inconvenientes, y son similares para los bulbos de las válvulas de expansión directa.

- La carga de vapor saturado-líquido tiene una rápida reacción ante las variaciones de temperatura, pero a temperaturas elevadas corre el riesgo de someter el fuelle a una fuerte sobrepresión y puede provocar, en el momento de arranque, la sobrecarga del motor.
- La carga de vapor limita las presiones sobre el fuelle en la parada, pero presenta el riesgo de provocar condenaciones imprevistas en la cabeza de la válvula si ésta se halla en un punto más frío que el bulbo.
- la carga de vapor "anti bombeo" limita los fenómenos de bombeo.
- la carga adsorbente elimina todos estos inconvenientes pero, por el contrario, su tiempo de respuesta a una variación de temperatura es largo, lo que hace que la válvula de expansión sea "perezosa".

Generalmente, los conjuntos de los contactos eléctricos son inversores unipolares con contactos de trabajo y señalización, aunque se encuentran una gran variedad de estos conjuntos (inversores de dos contactos de trabajo, interruptores unipolares que cierran simultáneamente dos circuitos, que abren un circuito y cierran el otro, etc.).

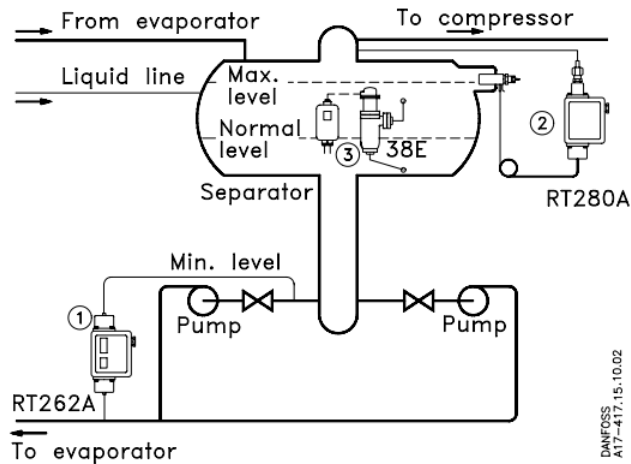
3.2.1.1.4 Termostatos especiales. Para algunas aplicaciones particulares de refrigeración y de acondicionamiento de aire, se emplean algunas veces termostatos especiales, llamados de "zona neutra" o "varias etapas", que presentan un la particularidad de no tener más que un solo órgano detector que puede actuar sobre varios interruptores eléctricos diferentes. Las posibles interconexiones entre los diferentes contactos de estos interruptores permiten obtener combinaciones de regulación que, sin este dispositivo particular, precisarían varios termostatos. Los termostatos de zona neutra permiten realizar una regulación flotante.

Ilustración 97. Termostato especial RT270, Danfoss



Fuente: Autores

Ilustración 98. Control de nivel con termostatos especiales.



Fuente: Control ON/OFF Danfoss.

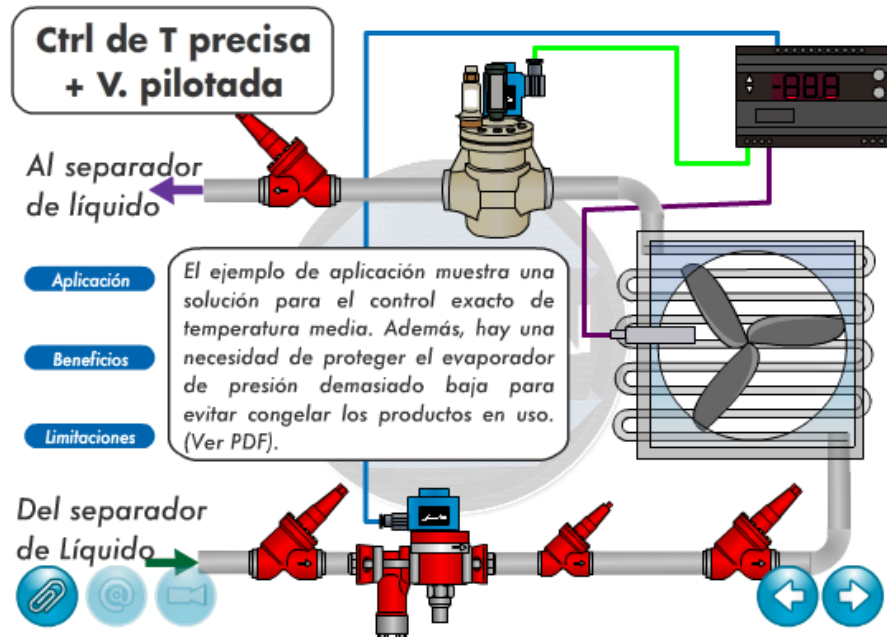
3.2.1.2 Reguladores electrónicos. Hoy en día la electrónica ha ocupado la mayor participación en los sistemas de refrigeración, estos reguladores pueden ser utilizados con cualquier tipo de control, no solo de temperatura, sino de otros parámetros como humedad y presión, dependiendo del tipo de sonda que se utilice, son muy flexibles en su funcionalidad. A nivel operativo traen algunos botones en la parte frontal y su respectivo display, requieren de un programa de instalación y una interfaz de PC; la conexión eléctrica se hace a través de terminales de tornillo, las especificaciones anteriores cambian dependiendo del fabricante.

Ilustración 99. Regulador electrónico JUNO



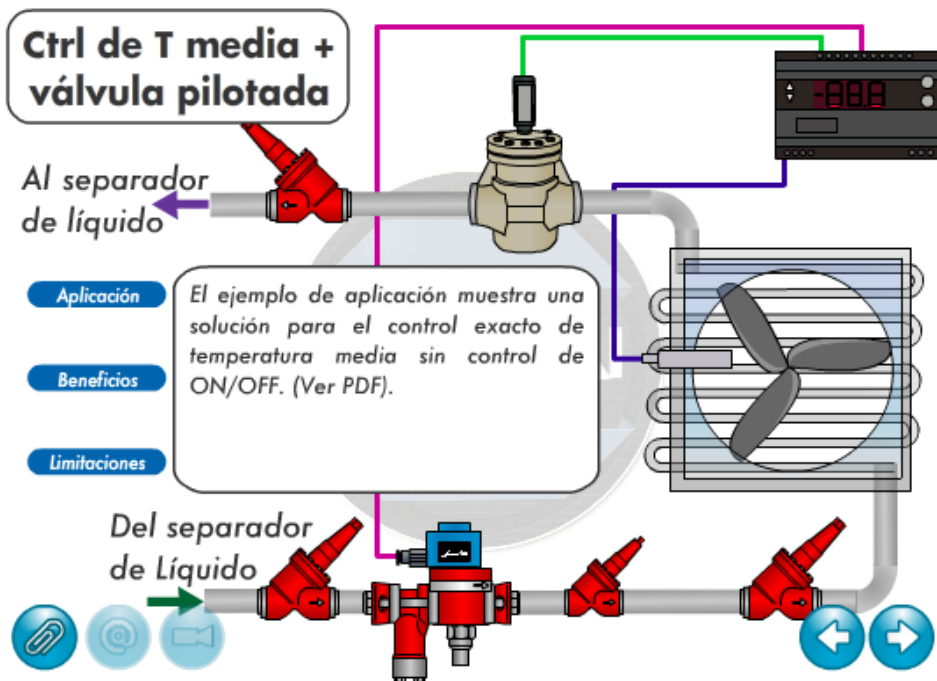
Fuente: <http://www.jumo.es/productos/temperatura/regulador-electr%C3%B3nico/2918/visi%C3%B3n-general.html>

Ilustración 100. Ejemplo de control de temperatura precisa con EKS65 .



Fuente: Los autores.

Ilustración 101. Ejemplo de control de temperatura media con EKS65.



Fuente: Los autores.

3.2.2 Control de presión. En los inicios de la industria en términos generales el tipo de control que se llevaba a cabo era basado en la experiencia o muy empírico, a medida que las exigencias de la sociedad aumentaron también aumentó el ingenio y el control de presión en la refrigeración evolucionó en sus diferentes tipos hasta lo que conocemos hoy en día.

El control de presión es uno de los más importantes en la seguridad de los sistemas refrigerados y de aire acondicionado, también puede ser muy usado en el control de funcionamiento del sistema, pero generalmente este último lo realiza algún tipo de control de temperatura en los evaporadores y condensadores.

Existen varios tipos de control de presión, para la selección del tipo de control influyen diferentes factores de importancia. En este capítulo veremos los diferentes tipos de control de presión basados en las distintas clases o clasificaciones de los sensores utilizados, en donde se estudiarán las principales partes, su funcionamiento particular y su ubicación en el sistema de refrigeración como en el sistema eléctrico, también se mostrará cómo seleccionar el tipo de sensor, basados en algunos fabricantes.

3.2.2.1 Actuadores mecánicos o presóstatos. Existen muchos tipos de sensores que controlan la presión en un sistema de refrigeración, pero vamos a estudiar los más importantes en el medio, entre los cuales se encuentran:

- Presóstato estándar
- Presóstato diferencial
- Presóstato diferencial para la falta de aceite

3.2.2.1.1 Presóstato Estándar. Los presóstatos se utilizan para sistemas de regulación, monitorización y alarma en la industria.

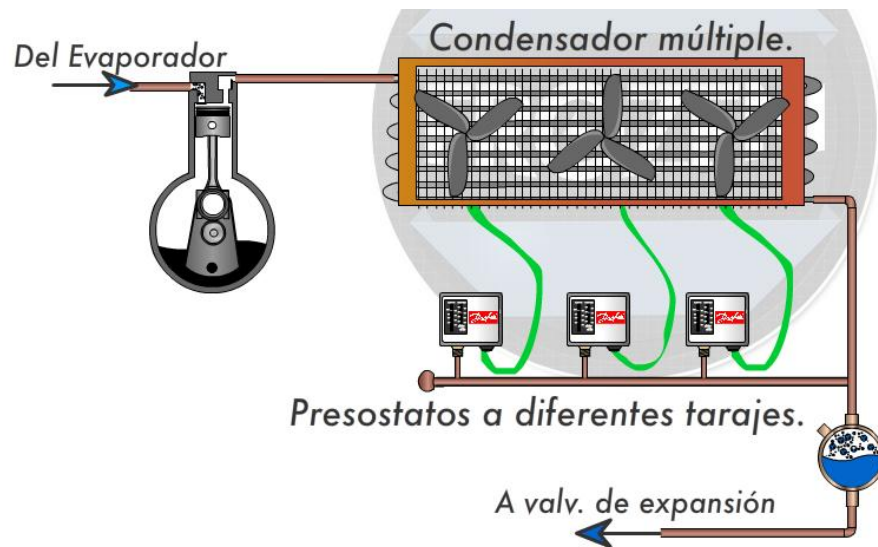
Existen varios tipos de presóstatos que dependen del estado del fluido en contacto, si es gaseoso, líquido, aire, etc.

Ilustración 102. Presóstato estándar KP5 (Danfoss)



Fuente: www.danfoss.com

Ilustración 103. Control indirecto de presión de condensación con presóstato KP5 (Danfoss).



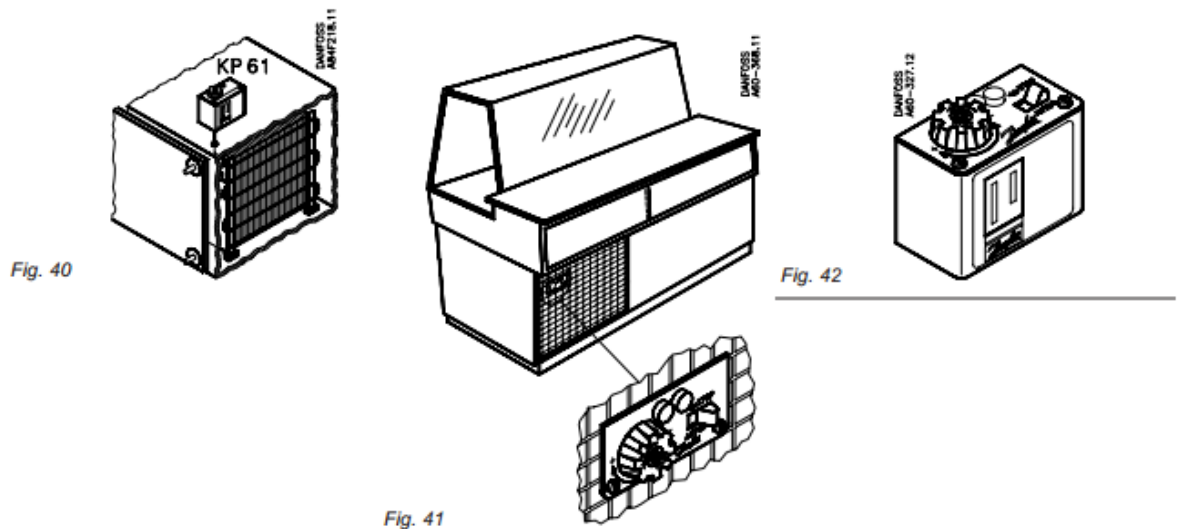
Fuente: Los autores.

Otra clasificación se da en la funcionalidad del presóstato, por ejemplo:

- Rango de ajuste: Es el margen de presión en el cual la unidad proporcionará una señal, de lo contrario causará problemas.

- Diferencial o tolerancia: Es la diferencia entre la conmutación de los contactos al aumentar o disminuir la presión. El diferencial es un requisito indispensable para un funcionamiento automático y estable del sistema.
- Rearme automático: Los aparatos con rearme automático se ponen de nuevo en marcha automáticamente después de una parada.
- Presión de trabajo admisible: Es el mayor valor de presión admisible, constante o variable, al que se puede someter el aparato

Ilustración 104. Ejemplo de termostato KP 61 en congelador de mostrario.



Fuente: Control ON/OFF danfoss.

Todos los presóstatos tienen un rango de ajuste determinado, este factor es muy importante pues se puede asemejar al rango de un fusible en el campo eléctrico, si este falla los daños causados pueden ser desastrosos, especialmente en la industria donde la seguridad es lo principal.

3.2.2.1.2 Presóstato Diferencial. Los presóstatos diferenciales o duales son la combinación de dos presóstatos estándar para cumplir funciones más completas al mismo tiempo que se ahorra espacio y dinero.

Ilustración 105. Presóstato Diferencial KP 15



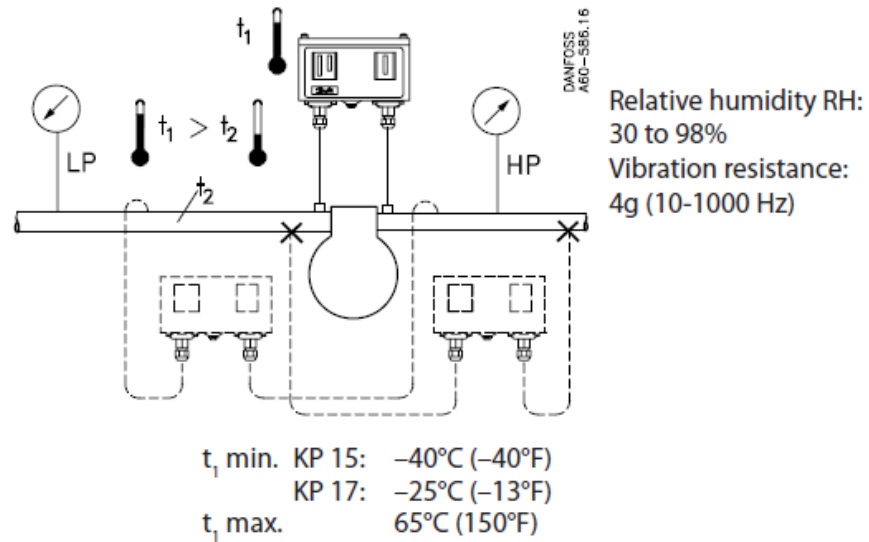
Fuente: www.danfoss.com

La aplicación más conocida de los presóstatos duales es el monitoreo y/o alarma de seguridad en el compresor, la protección que realiza un presóstato dual es muy completa ya que puede apagar el sistema por sobrepaso de la presión de alta o por insuficiente presión de baja, así protege al compresor durante el funcionamiento del sistema, algunos presóstatos duales vienen con la función de rearme automático, y sus rangos de ajustes normalmente son mayores que los de un presóstato sencillo o único

Se clasifican igual que los presóstatos estándares.

Su ubicación en el circuito eléctrico se da según las necesidades de su funcionalidad, aunque normalmente se encuentra conectado en serie el botón arranque y parada, para realizar su función de protección y seguridad del sistema en su totalidad.

Ilustración 106. Instalación del presóstato diferencial



Fuente: Instruccions pressure control, Danfoss

3.2.2.1.3 Presóstato diferencial de aceite. De los presóstatos diferenciales de aceite se puede decir que es un subgrupo o hace parte de la clasificación de los presóstatos diferenciales, pero en este libro le hemos dado una clasificación independiente, debido a su importancia y su permanencia en la totalidad de los sistemas de refrigeración y aire acondicionados industriales o de gran tamaño.

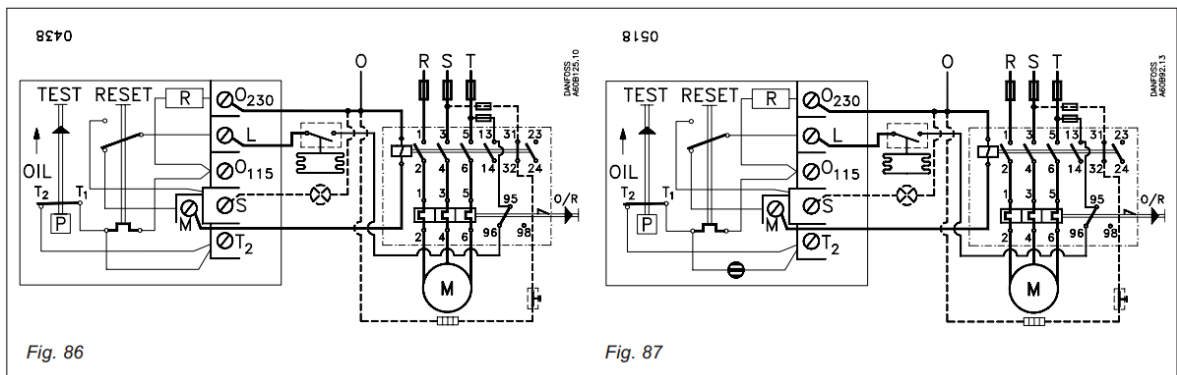
Ilustración 107. Presóstato diferencial de aceite



Fuente: www.danfoss.com

- En el circuito de refrigeración se conecta normalmente entre el compresor y el filtro separador de aceite.
- En el circuito eléctrico se conecta normalmente para control de operación de la presión de aceite del compresor, es decir se conecta en serie con el “start” del sistema, la mayoría de estos presóstatos traen rearme automático.
- Se utiliza generalmente para realizar la parada del compresor en el caso de lubricación defectuosa, cuando esta lubricación se efectúa por medio de bomba.
- También puede ser empleado para la protección de las bombas de líquido frigorígeno.
- Es un aparato de seguridad doblado con un aparato de señalización.
- Requiere de la reposición manual después de la ruptura, y acciona, cuando ésta se produce, la puesta en marcha de un dispositivo óptico o sonoro de señalización.

Ilustración 108. Conexiones eléctricas del presóstato diferencial de aceite MP 55-55A (Danfoss).



Fuente: Control ON/OFF Danfoss.

Ilustración 109. Esquema eléctrico con un presóstato de aceite.

Aparatos automáticos de regulación y de protección. 529

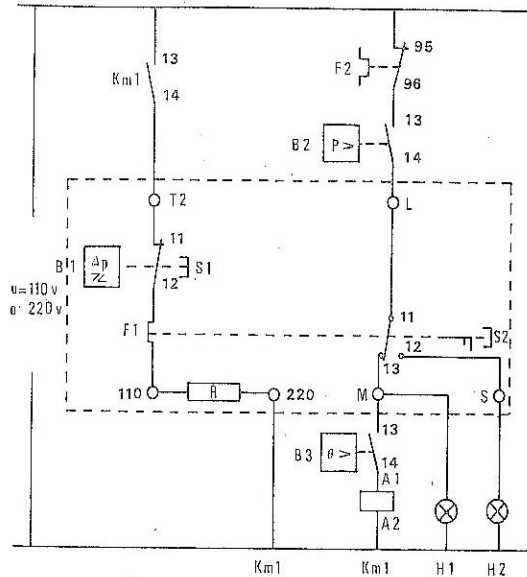


Figura 17 Presostato diferencial Danfoss. Esquema eléctrico: B₁. Conjunto presostático diferencial; B₂. Presostato de protección; B₃. Termostato de regulación; KM₁. Disyuntor del compresor; H₁. Señalización de marcha; H₂. Señalización de avería; S₁. Botón de prueba; S₂ Botón de reposición; 110/220 LM-S-T₂ bombes internos (Doc. Danfoss).

Fuente: Rapin P. J. & Jacquard P. (1999) Instalaciones Frigoríficas Tomo 2 .México: Alfaomega.

3.2.2.2 Actuadores electrónicos. La electrónica hoy en día es parte fundamental de un sistema de control en cualquier área de aplicación y el control electrónico de presión en sistemas de refrigeración no podía ser la excepción, existe una amplia gama de productos en el mercado, que básicamente actúan siguiendo los lineamientos básicos de la ingeniería de control que son sensor, procesador, actuador, retroalimentación. De los más importantes y reconocidos tenemos los transmisores de presión.

3.2.2.2.1 Transmisores de presión. El mercado cada día es más exigente y debido a ello es necesario un mejor control sobre el sistema, sea móvil o fijo; la automatización es obligatorio para el futuro de todo sistema, los transmisores son

sensores en tiempo continuo que permiten un control muy eficiente sobre cualquier sistema.

Ilustración 110. Controlador electrónico de presión con un transductor de presión.



Fuente: Bill Whitman, Bill Johnson, John Tomczyk & Eugene Silberstein. (2009). REFRIGERATION & AIR CONDITIONING TECHNOLOGY.

Ilustración 111. Transmisor de presión MBS3200



Fuente: www.danfoss.com

- Se puede ubicar en cualquier punto del circuito o ciclo de refrigeración, debido a su amplia variedad de conexiones e intervalos de presión.

- En el circuito electrónico se ubica según la función o parámetro deseado, son bastante flexibles debido a su variedad en conexiones eléctricas y señales de salida.
- Alta compatibilidad electromagnética sin que ello afecte a la precisión.
- Alto grado de estabilidad frente a vibraciones y golpes.
- Estabilidad a largo plazo.
- Alto grado de estabilidad frente a la sobrepresión, también disponible con homologaciones marinas.

3.2.3 Control de desescarche. Debido a que el proceso de desescarche se lleva a cabo en el evaporador se hace necesario analizar lo que sucede al interior del mismo.

El evaporador, ya sea de tiro natural o forzado, es básicamente un intercambiador de calor aleteado, mediante el cual el líquido refrigerante absorbe calor del aire (con su correspondiente grado de humedad) que circula por el interior de las aletas.

En el interior del evaporador la temperatura es inferior a la temperatura de rocío del agua, por lo que se condensa un poco de vapor de agua del aire sobre la superficie del tubo del serpentín, y si ésta temperatura de pared es inferior a cero grados se congelará el condensado, produciendo hielo, escarcha o nieve, dependiendo de las condiciones del evaporador.

En un principio se forma escarcha, la cual está formada por una gran cantidad de cristales, incrementando el área de transferencia de calor, beneficiando el funcionamiento del sistema.

A medida que la capa de escarcha aumenta la temperatura exterior también aumenta debido a la resistencia adicional de la capa de hielo, el espacio entre las

aletas desciende y por lo tanto el caudal y la velocidad del aire entre las aletas disminuyen drásticamente, dificultando la transferencia de calor; por lo tanto la temperatura del refrigerante debe descender para hacer frente a toda la ineficiencia en la transferencia de calor, pudiendo llegar a un corte por de la instalación por el presóstato de baja.

Ilustración 112. Formación de hielo en la superficie del serpentín



Fuente: <http://www.ahorrocalefaccion.com/2012/02/hielo-en-condensadora-importancia-del.html>

Éste crecimiento de la capa de hielo es acumulativo, de modo que si no se detiene puede llegar a dañar el evaporador y la válvula de expansión termostática. Por lo tanto es necesario eliminar ésta capa de hielo, proceso conocido como desescarche.

Ilustración 113. Falla por bajo desescarche



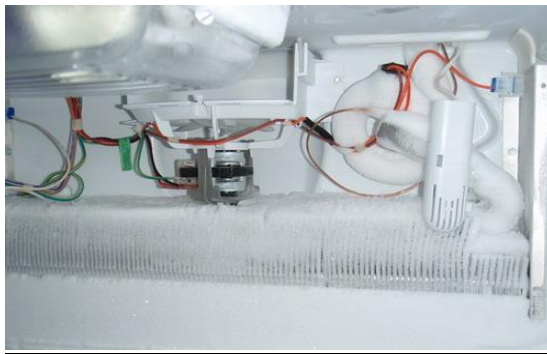
Fuente: <http://www.ahorrocalefaccion.com/2012/02/hielo-en-condensadora-importancia-del.html>

Ilustración 114. Detalle válvula de expansión térmica



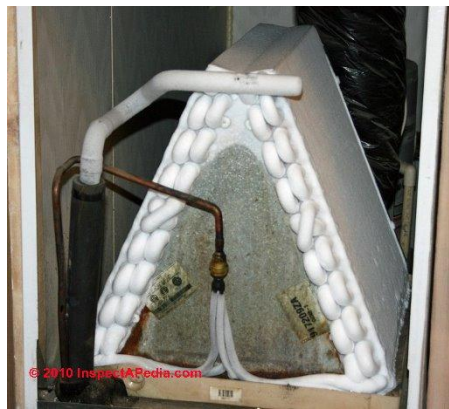
Fuente: <http://www.ahorrocalefaccion.com/2012/02/hielo-en-condensadora-importancia-del.html>

Ilustración 115. Evaporador escarchado



Fuente: <http://frionline.net/articulos-tecnicos/197-5-metodos-de-desescarche-en-refrigeracion-comercial-1o-parte.html>

Ilustración 116. Evaporador escarchado



Fuente: <http://inspectapedia.com/aircond/ACCoilFrost.htm>

3.2.3.1 Desescarche natural. Consiste en detener el compresor y esperar a que la temperatura de la cámara aumente para que la escarcha se funda de manera natural. El uso de este sistema está recomendado únicamente en cámaras frigoríficas que trabajen por encima de los 0 °C²⁰, que debido a la baja temperatura del refrigerante en los tubos del evaporador haya podido producirse congelación. Sus principales inconvenientes son la rotura de la cadena del frío y su larga duración son.

3.2.3.2 Desescarche eléctrico. Se disponen una serie de resistencias (generalmente a 220V) en el evaporador las cuales periódicamente suministran el calor necesario para descongelar la escarcha debido al efecto Joule, dichos intervalos pueden desencadenarse determinados por el tiempo de operación o por el efecto de la temperatura. Para evitar salpicaduras en los elementos próximos al evaporador se puede retrasar el arranque de los ventiladores. En algunos casos son necesarias unas resistencias adicionales en la bandeja de recogida.

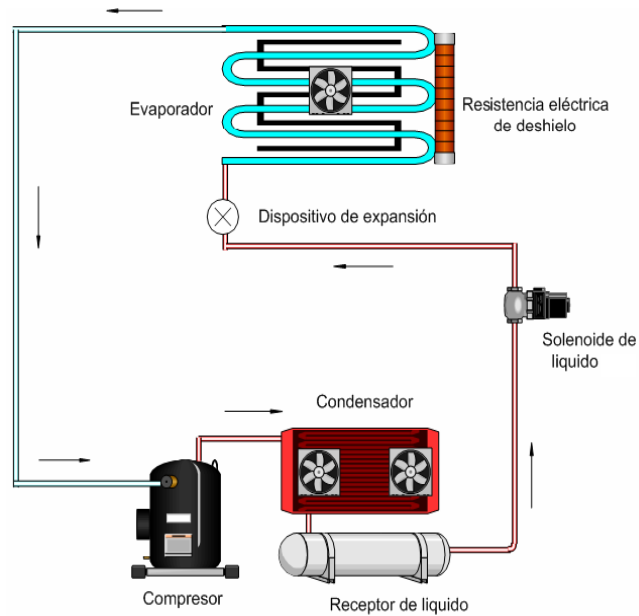
El inconveniente principal es el consumo de energía por las resistencias, por lo cual no se recomienda emplear en grandes instalaciones.²¹ El procedimiento que se realiza es el siguiente:

- Apagado del compresor.
- Cierre de la válvula solenoide en línea de líquido (Val 1).
- Apagado de los ventiladores del evaporador.
- Energizar los elementos de calentamiento (resistencias eléctricas)

²⁰Frionline (2012).Desescarche por gas caliente para evaporadores en sistemas frigoríficos. <http://frionline.net/articulos-tecnicos/201-desescarche-por-gas-caliente-de-evaporadores-en-sistemas-frigorificos.html>

²¹Torrella, E y Pinazo, O. Sistema de desescarche. Recuperado el 23 de octubre de 2012, de http://www.vpclima.upv.es/jmpinazo/index_archivos/Pdf/ArtiNac12.pdf

Ilustración 117. Circuito con desescarche eléctrico

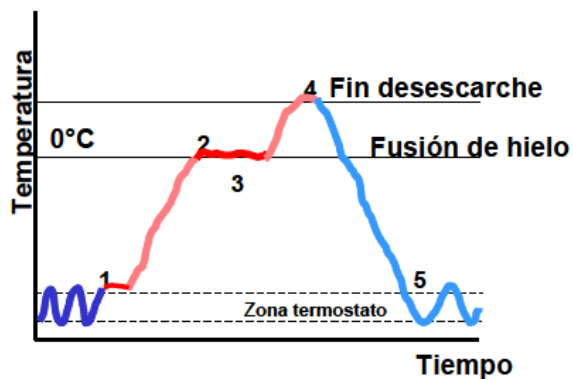


Fuente: Peñaloza, S. Descongelamiento Eléctrico Por Temperatura. 2012

3.2.3.3 Desescarche por gas caliente. La fuente de calor proviene de los vapores calientes del puerto de descarga del compresor, los cuales se desvían hacia el evaporador, produciendo el efecto deseado. Se debe tener en cuenta que las mezclas de vapores y líquidos calientes y fríos pueden producir cambios drásticos en el vapor que pueden producir ondas de choque, al igual que la apertura y cierre de válvulas de grandes dimensiones pueden producir golpe de ariete. Si se tienen en cuenta éstas precauciones se consiguen desescarches cortos, eficaces y seguros.²²

²²Sanz, Félix. (2011). *Desescarche por gas caliente -Danfoss S.A.-*. Recuperado 22, Octubre de 2012, de <http://www.marioloureiro.net/tecnica/refrigeracao/14-D.FelixSanz-DANFOSS.pdf>.

Ilustración 118. Diagrama de tiempo para el desescarche eléctrico



Fuente: Sanz, Félix. (2011). *Desescarche por gas caliente -Danfoss S.A*

1. Inicio de desescarche
2. Se comienza a fundir el hielo
3. Fusión del hielo
4. Parada del aporte de calor
5. Recuperación de la temperatura de cámara

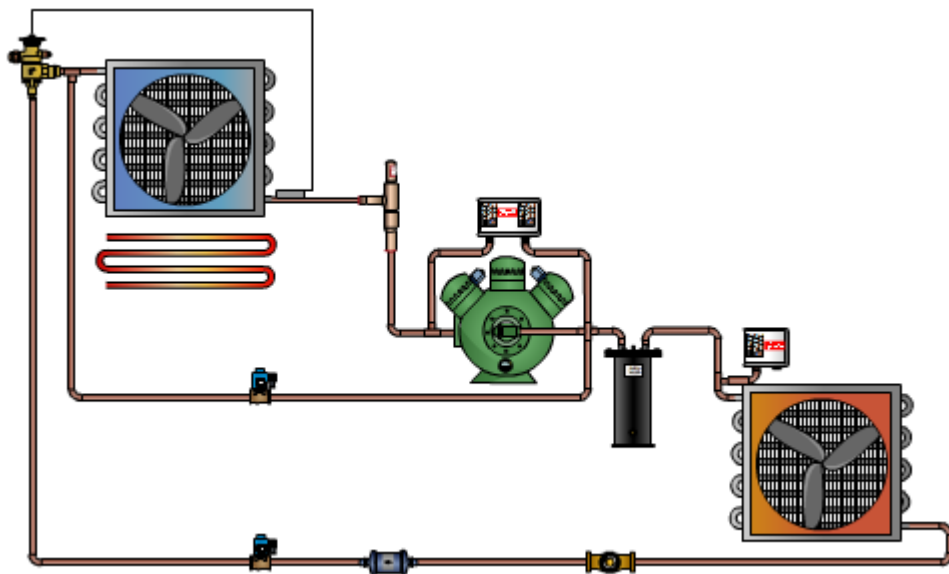
Aunque éste método es el más complicado, es bastante atractivo debido al ahorro de energía que representa, con un margen de ahorro del 5 al 10% de la energía consumida en la producción frigorífica²³. Para realizar el desescarche por gas caliente se debe tener en funcionamiento algún compresor, lo que obliga a tener algunos sistemas en funcionamiento, por ésta razón solo se puede desencarchar como máximo un 30% de la instalación simultáneamente (Sanz, Félix. (2011)).

3.2.3.3.1 Desescarche por gas caliente en sistemas individuales. Es el más sencillo de los desescarches por gas, consta de dos válvulas solenoides una a la entrada de líquido y otra en la de gas caliente, las cuales acciona el evaporador junto con los ventiladores y el compresor. El gas caliente se estrangula la entrada

²³Ibidem.

del evaporador para controlar el paso de gas reduciendo la presión con una válvula manual. Dicho gas no debe condensar en el evaporador, ya que si lo hiciese retornaría líquido al compresor. Un complemento para este sistema, sería estrangular el paso de gas con una válvula limitadora de la presión de aspiración. Para evitar una pérdida de carga constante durante el funcionamiento normal se pueden montar en paralelo una válvula de solenoide con baja pérdida de carga colocada en aspiración y que se cerraría cuando se produce el desescarche, Los retornos de líquido al compresor al principio del desescarche son peligrosos, siendo normal la instalación de un separador de aspiración.

Ilustración 119. Desescarche eléctrico en sistemas Individuales

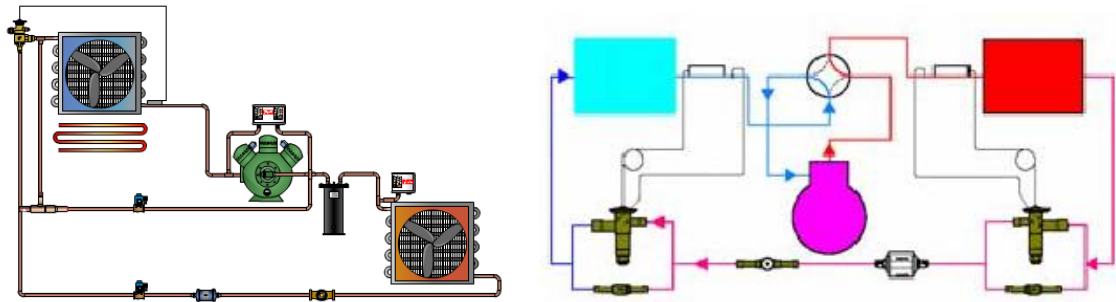


Fuente: Los Autores

Éste método puede tener algunas variaciones:

- Insertar una válvula reguladora de presión en la línea de bypass.
- Emplear una válvula 4 vías para intercambiar el funcionamiento del condensador y el evaporador.

Ilustración 120 Desescarche eléctrico, posibles variaciones



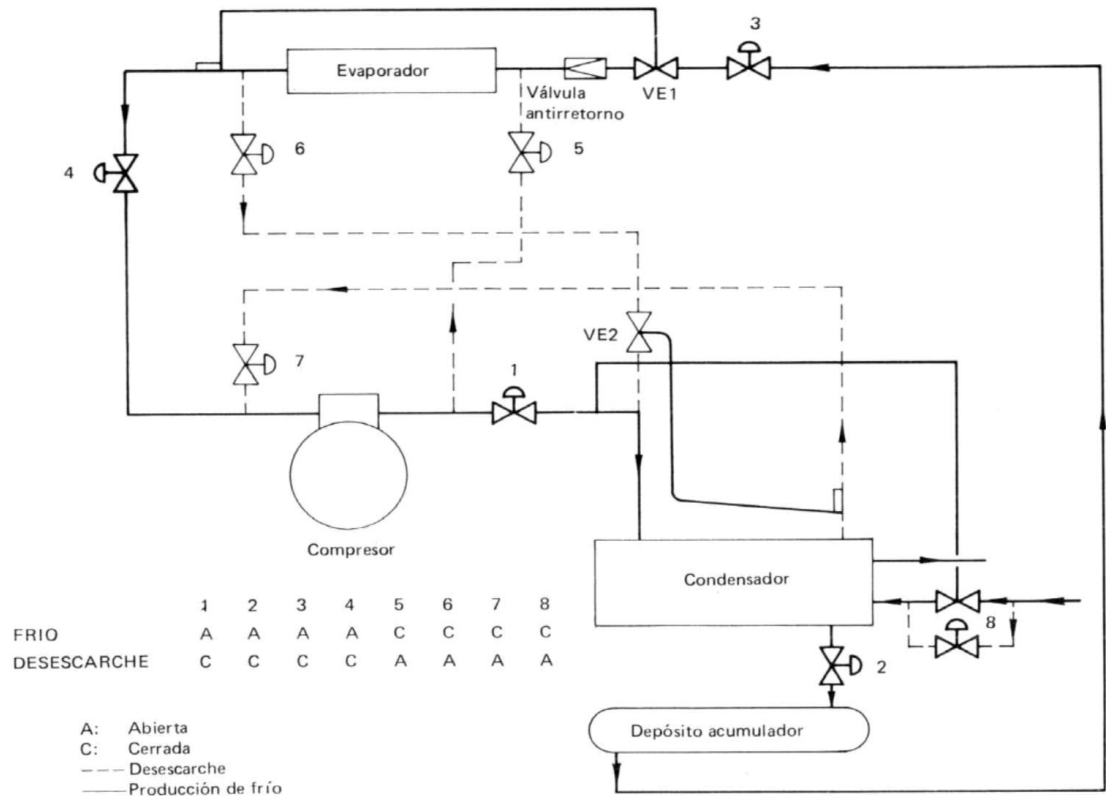
Fuente: Los autores

3.2.3.3.2 Desescarche por gas caliente en sistemas de expansión directa con centrales de compresores. En estas instalaciones se saca el máximo rendimiento a este tipo de desescarche, ya que emplea el calor del gas de descarga (latente o sensible) o el calor sensible del líquido para fundir el hielo.

Para este fin se desvía una parte del refrigerante a alta temperatura a los evaporadores en los cuales se quiere realizar el desescarche, luego de pasar por el evaporador se enfrían, condensan y/o sub-enfrían y a través de la válvula de retención pasan a la línea de líquido, al receptor o a la entrada del condensador

Para que el fluido pueda circular por el evaporador y volver a la línea de líquido es necesario que exista una diferencia de presión de 1 a 2 bares (Sanz, Félix (2011)). También es necesario equilibrar los circuitos hidráulicamente, debido a que los recorridos del refrigerante no serán iguales

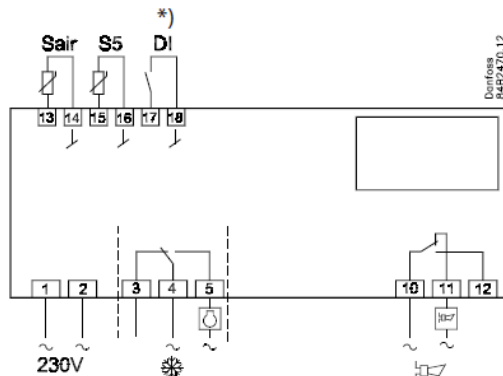
Ilustración 121. Ejemplo 3



Fuente: Instalaciones frigoríficas, Sistema de desescarcho. E. Torrella Alcazar.

Para controlar el proceso de desescarcho se emplean instrumentos como el EKC 202 de la empresa Danfoss:

Ilustración 122. Controlador EKC 202 y sus conexiones.



Fuente: INSTRUCTIONS EKC 202, Danfoss


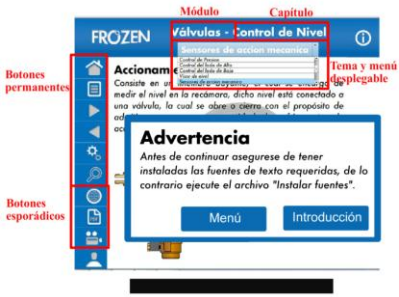
Tabla 3. Parámetros de desescarche

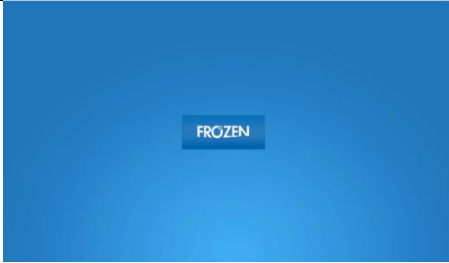




Desescarche								
Tipo de desescarche (OFF/EL/gas)	d01				no	gas	EL	
Temperatura fin de desescarche	d02				0°C	25°C	6°C	
Intervalo de tiempo entre desescarches	d03				0 horas	48 horas	8 horas	
Duración máxima del desescarche	d04				0 min	180 min	45 min	
Desplazamiento del 1er desescarche tras dar tensión al equipo	d05				0 min	240 min	0 min	
Tiempo de goteo	d06				0 min	60 min	0 min	
Retardo del ventilador tras el desescarche	d07				0 min	60 min	0 min	
Temperatura arranque del ventilador	d08				-15°C	0°C	-5°C	
Ventilador en marcha durante desescarche (no/yes)	d09				no	yes	yes	
Sonda de fin de desescarche (0=no (tiempo), 1=S5, 2=Saire)	d10				0	2	0	
Desescarche bajo demanda: tiempo acumulado refrigerando (0=Función cancelada)	d18				0 horas	48 horas	0 horas	
Desescarche bajo demanda: variación permitida a S5 (20 = Función cancelada)	d19				0 K	20 K	20 K	

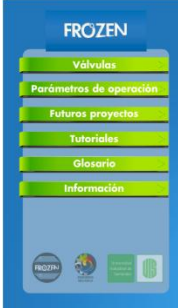




Fuente: INSTRUCTIONS EKC 202, Danfoss






4. FROZEN: IMPLEMENTACIÓN DEL OBJETO


FROZEN es una herramienta desarrollada con el fin de despertar el interés de los estudiantes por aprender, por esto presenta un entorno moderno y llamativo. Su contenido está distribuido con el fin de facilitar la navegación a través del material, lo cual requirió un proceso de retroalimentación y mejora constante, por lo tanto fueron necesarios varios estilos y versiones de la interfaz, buscando el diseño óptimo de ubicación, forma, tamaño, coherencia de colores y estilo. A continuación se muestra una tabla de las diferentes versiones de la interfaz y los botones, así como las razones por las cuales se decidió descartar.

Componente	Versión	Descripción
Página de inicio	 <p>The image shows a simple, clean interface for 'Refrigeración Industrial'. It features a green header with a logo, the title 'Refrigeración Industrial', and the authors' names: 'Jesús David Lizarazo' and 'David Mauricio Flórez'. A green play button is visible on the right side.</p>	Su diseño era poco llamativo y no despierta el interés del estudiante por ahondar en la información de la herramienta.
	 <p>The image shows a more complex and cluttered interface design. It features a blue header with the title 'FROZEN' and a navigation menu. A central window displays a warning message: 'Advertencia: Antes de continuar asegúrese de tener instaladas las fuentes de texto requeridas, de lo contrario ejecute el archivo "Instalar fuentes"'. The interface includes various buttons and text elements, some of which are highlighted with red boxes and labels: 'Botones permanentes' (permanent buttons), 'Botones esporádicos' (sporadic buttons), 'Módulo', 'Capítulo', 'Válvulas', 'Control de Nivel', 'Temas y menú desplegable' (themes and dropdown menu), and 'Accionamiento' (actuation).</p>	Aunque la información que se presenta es sumamente importante, se presenta de manera inadecuada.

Componente	Versión	Descripción
		<p>Su diseño es llamativo, creando expectativa en el estudiante.</p>
Menú principal		<p>Su diseño era desordenado, rígido y poco llamativo.</p>
		<p>La presentación en lista mejoró el orden, pero continúa siendo poco llamativo y la información se presentaba de manera dispersa.</p>
		<p>El dibujo desviaba la atención del menú. El usuario no se sentía cómodo al interactuar y no le permitía visualizar la dimensión del contenido.</p>
		<p>Este diseño surgió pensando en hacer interoperable la herramienta, pero no funcionaba de manera óptima en algunos sistemas operativos además no centró la atención en el contenido realizado.</p>

Componente	Versión	Descripción
		<p>Su diseño satisface en su totalidad las expectativas de una herramienta multimedia.</p>
Menú de capítulo		<p>Su diseño era muy poco flexible impidiendo agregar futuros contenidos.</p>
		<p>Su diseño visual era muy bueno, pero presentó problemas de navegabilidad.</p>
		<p>Presentó enormes problemas de navegabilidad.</p>
		<p>Su diseño fue pensado para hacer que el usuario cree un mapa mental de la herramienta, además está siempre disponible durante la navegación.</p>

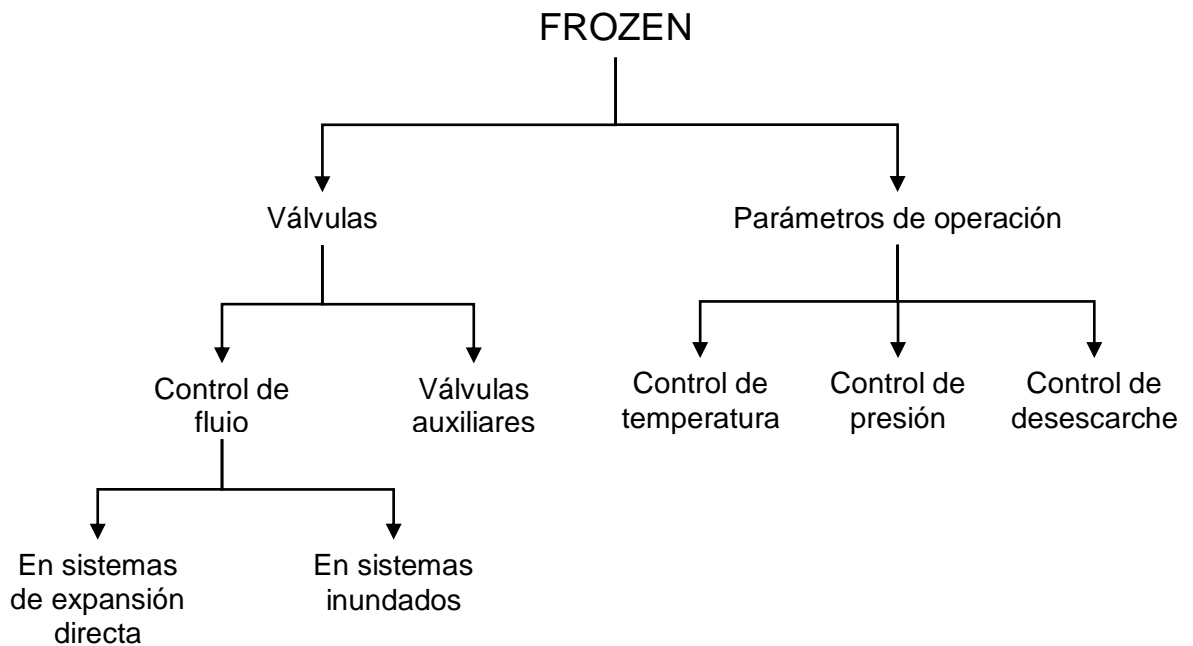
Componente	Versión	Descripción
Barra de navegación		No existía barra de navegación.
		Se inició escribiendo solo la ruta de ubicación.
		El combo-box era muy flexible, pero el usuario perdía el mapa mental de su ubicación dentro de la herramienta.
		Mejóro los problemas de navegación pero no presentaba la flexibilidad de su predecesor.
Botones		Todos los botones iluminados desviaban la atención del usuario.
		Con los botones activos e inactivos demandaban un espacio valioso.

Componente	Versión	Descripción
		<p>Se eliminaron del espacio de trabajo los botones permanentes: Glosario, Información y Home.</p> <p>La división de botones de navegación y profundización permite hacer invisibles los botones innecesarios.</p>

Fuente: Autores

La herramienta se divide en dos módulos, los cuales contienen los capítulos puntuales para el desarrollo de la información. Los capítulos son independientes entre sí, de modo que se puede tener el archivo de un capítulo sin afectar su funcionalidad.

Cada capítulo se encuentra distribuido en temas, los cuales se hallan contenidos dentro del mismo archivo.



4.1 INTERFAZ

La interfaz del entrenador presenta un diseño llamativo, sencillo y funcional, bastante intuitivo para que la interacción con el usuario sea amigable. Sus componentes principales son:

Botón de inicio: Cuya función es descargar todo el contenido y ubicar al usuario en la pantalla de bienvenida de la herramienta.

Menú Principal: Ubicado en el lado izquierdo de la pantalla, permite ver los módulos en los que se divide el material y seleccionar un capítulo a estudiar.

Área de trabajo: Comprende gran parte del área de la herramienta, es el espacio destinado al contenido de cada capítulo, en ella encontrará en la parte superior la ubicación dentro del capítulo, el nombre del capítulo objeto de estudio y luego de esto las pestañas de la división principal de todos los capítulos: Generalidades, Clasificación, Aplicaciones y Actividad.

Ilustración 123. Interfaz FROZEN

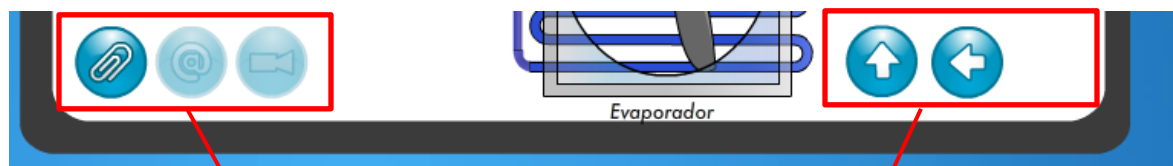


Fuente: Autores

4.2 BOTONES

Los botones principales son 6, ubicados en la parte inferior del área de trabajo, divididos a la izquierda los botones correspondientes al material de profundización (PDF, Video y Enlaces de interés) y a la derecha los correspondientes a la navegación del material (Arriba, adelante y atrás).

Ilustración 124: Distribución de los botones principales









Botones de profundización







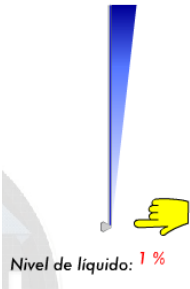
Botones de navegación


Fuente: Autores

La función del botón Arriba es regresar al usuario un nivel en la ruta de navegación de la herramienta, accediendo al material de nivel superior, los botones de adelante y atrás se emplean para recorrer la información del mismo nivel. Las acciones que realiza cada botón se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 4. Acciones realizadas por los botones.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Home	Descarga de la pantalla cualquier material cargado con anterioridad y conduce al usuario a la pantalla de bienvenida del entrenador.
	Información	Conduce al material en PDF con la descripción detallada del entrenador.
	Glosario	Accede a un glosario en PDF que contiene términos técnicos, fundamentales, una clasificación de los sistemas de refrigeración y un resumen de la simbología empleada en refrigeración.
	Tutoriales	Conduce a la información contenida en los tutoriales de ayuda de la herramienta.
	Futuros Proyectos	Conduce a información relevante para integrar nuevos proyectos de grado dentro de la herramienta FROZEN.
	Subir	Regresa al usuario al nivel superior en la información.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Adelante – atrás	Permite navegar por los temas de cada capítulo de manera ordenada.
	Enlaces	Cambia de color para indicar que hay un enlace disponible.
	PDF	Accede a material en PDF, el cual puede ser catálogos de fabricantes o material de lectura para ampliar la información recibida.
	Videos	Indica que hay un video disponible para afianzar los conocimientos.
	Botón de información	Indica que al hacer clic en él se abrirá información relevante respecto al tema indicado.
	Botón zoom	Indica que puedes hacer zoom empleando la rueda del mouse, y arrastrar el objeto según lo desees. Para continuar acércate al objeto e intenta moverlo por el escenario.
	Botón deslizante	Se emplea para variar características como presión, temperatura, nivel de refrigerante, etc. dentro de una simulación. Es necesario tener en cuenta que se debe arrastrar el botón triangular, que generalmente se encuentra en la posición inferior.

Símbolo	Nombre	Descripción
<p>% Nivel de líquido:</p> 	Botón numérico paso a paso	Su función es similar al botón anterior, solo que se emplea para cambiar el valor de la variable un paso a la vez.

Fuente: Autores

4.3 ESTRUCTURA DEL SOFTWARE

A continuación se muestra el contenido que se encontrará al abrir la carpeta del software, ningún archivo debe ser alterado sin leer el “manual para desarrolladores” en el capítulo 5.

4.3.1 Carpeta principal. A continuación se muestra el contenido que se encontrará al abrir la carpeta del software, ningún archivo debe ser alterado sin leer el "Manual para desarrolladores" en la pestaña de "Futuros proyectos" (ver pág. 163)

- **Carpeta Logos:** Contiene el logo de “Frozen” en diferentes tamaños.
- carpeta "Instaladores": Contiene los instaladores del software para Windows, IOS y Android.
- **Carpeta “Fuentes”:** Contiene las fuentes empleadas en el software para ser utilizadas por los desarrolladores en la elaboración de nuevo contenido.
- **Instalar Fuentes.exe:** Es un pequeño archivo auto ejecutable el cual instala las fuentes de texto en la ruta C:\Windows\Fonts, en caso de que los textos luzcan descuadrados o se muestre el error "No hay fuentes instaladas" (ver PREGUNTAS FRECUENTES).
- **Carpeta “Contenido”:** Es el archivo principal de la herramienta, contiene la información necesaria para que la herramienta funcione correctamente, incluye PDF's, cada capítulo desarrollado y las carpetas QUICES AS2 y TEXTOS. **Su**

nombre no debe ser cambiado, debido a que ocasionaría problemas en la ejecución de la herramienta.

- **Carpeta Quices AS2:** Ésta carpeta contiene los quices de cada capítulo, éstos archivos no funcionarán de manera aislada.
- **Carpeta textos:** Contiene los textos de introducción que se muestran al entrar en un módulo en el menú principal, así como el texto de bienvenida.
- **Frozen.exe:** Es un archivo autoejecutable el cual se constituye en una pequeña guía para quien emplea la herramienta por primera vez y no dispone de tiempo para instalar el software en el computador.

Ilustración 125. Archivo autoejecutable de inicio



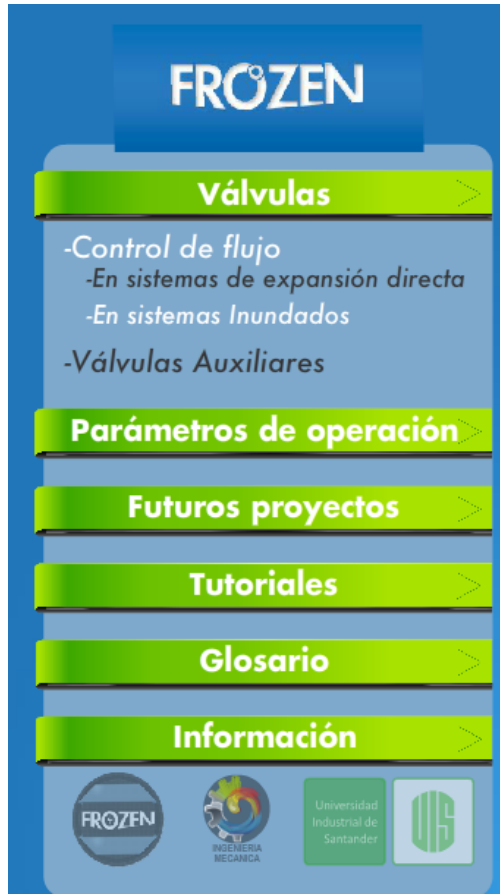
Fuente: Autores

- **Carpeta Logos:** Contiene el logo de “Frozen” en diferentes tamaños.
- **Carpeta Quices AS2:** Ésta carpeta contiene los quices de cada capítulo, éstos archivos no funcionarán de manera aislada.
- **Carpeta textos:** Contiene los textos de introducción que se muestran al entrar en un módulo en el menú principal, así como el texto de bienvenida.

4.3.2 Menú principal. Ayuda a guiar al estudiante para seleccionar el capítulo deseado dentro del módulo correspondiente, siempre permanece visible para brindar al estudiante la posibilidad de acceder a todo el contenido de la

herramienta así como al material de apoyo como tutoriales, información, glosario y la información para futuros proyectos de grado.

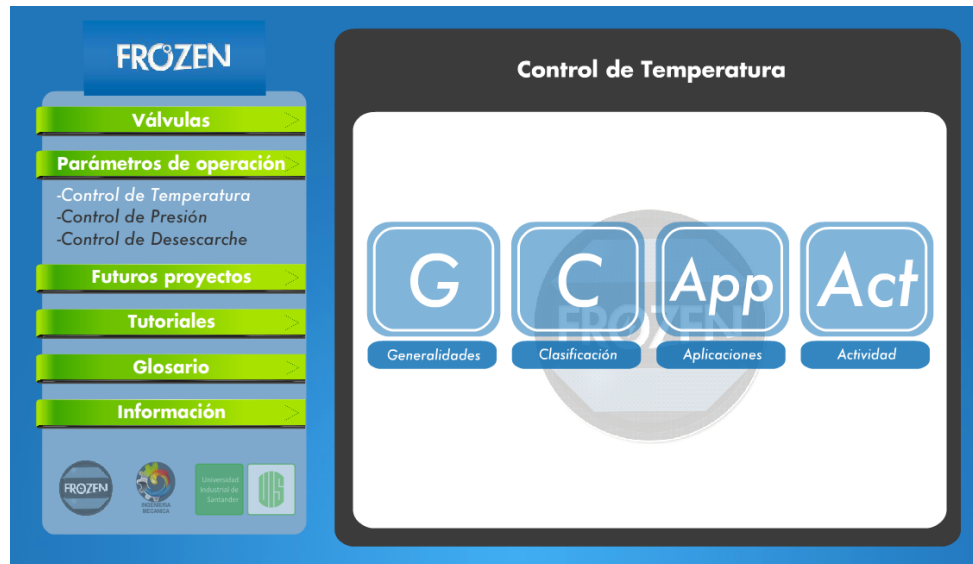
Ilustración 126. Menú principal desplegado



Fuente: Autores

4.3.3 Contenido. Luego de seleccionado el capítulo objeto de estudio el usuario accede a un menú de capítulo, el cual agrupa el contenido de éste en cuatro grandes partes:

Ilustración 127. Menú de capítulo



Fuente: Autores

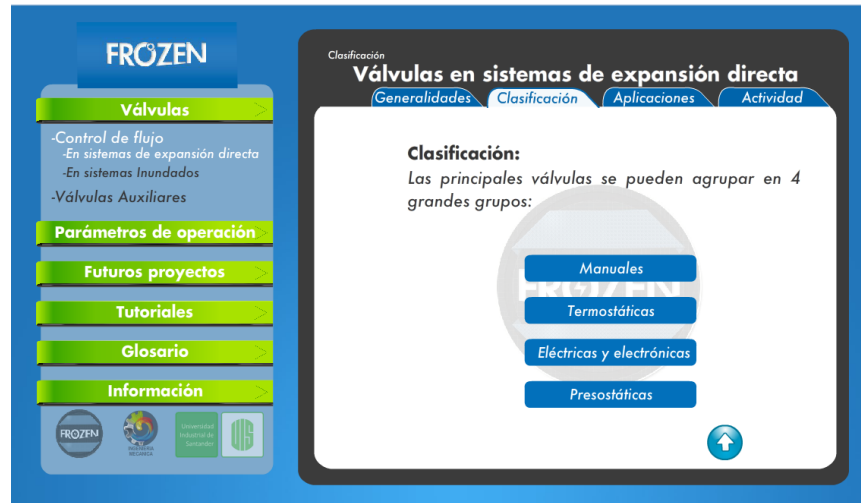
Generalidades: Permite vislumbrar el contenido del capítulo al estudiante, de manera que relacione sus conocimientos previos con el contenido del capítulo a realizar y los conocimientos ofrecidos en el capítulo. Presenta la siguiente estructura:

- **Conocimientos previos:** Busca dar una pauta de los conocimientos previos necesarios para comprender el contenido del capítulo a desarrollar, con el fin de garantizar un aprendizaje significativo.
- **Al finalizar:** Permite descubrir las competencias que se desarrollarán al llevar a cabo los elementos propuestos por la herramienta.
- **Introducción:** Ubica al estudiante dentro del contexto necesario, responde preguntas como ¿Qué es el elemento o proceso que se enseña? ¿Por qué se emplean ese tipo de elementos o procesos? ¿En qué categorías se pueden dividir?, etc. Según cada tema en particular.

Clasificación: Muestra los elementos o procesos descritos en la introducción de una manera detallada, incluyendo imágenes, planos, videos, PDF, animaciones y

simulaciones. Permite profundizar en la información, siendo necesario pulsar el botón "Arriba" para regresar al contenido anterior.

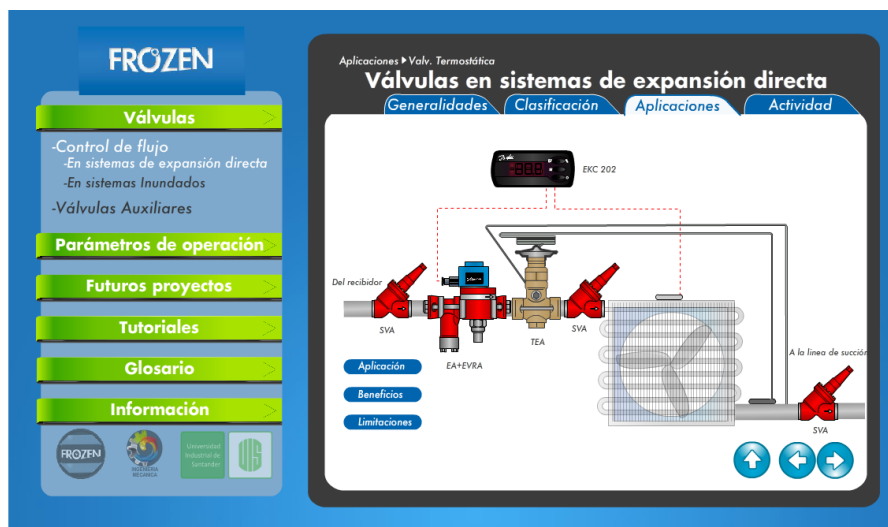
Ilustración 128. Botón Clasificación



Fuente: Autores

Aplicación: Muestra ejemplos de circuitos de refrigeración en los que se usan los elementos o procesos que son objeto de estudio.

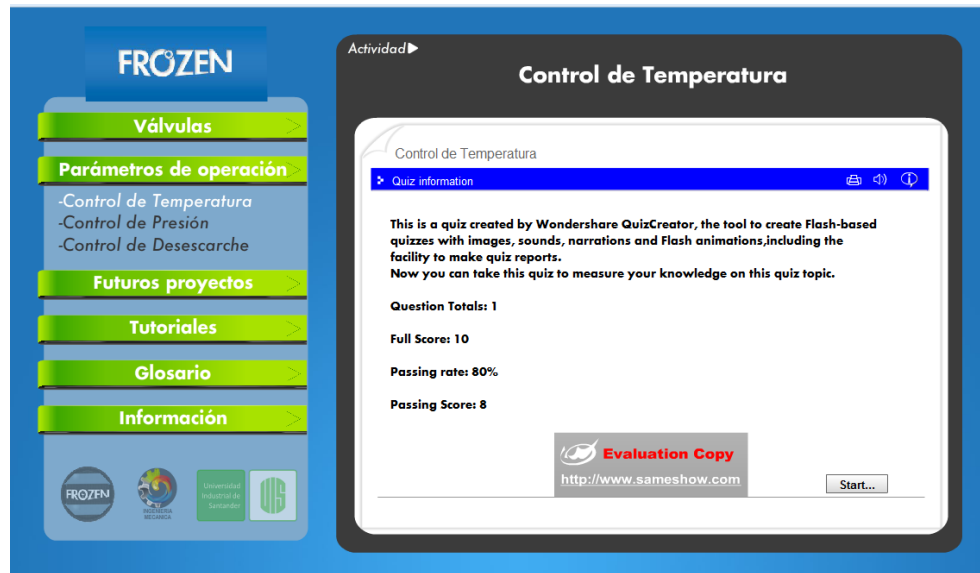
Ilustración 129. Botón clasificación



Fuente: Autores

Actividad: Busca despertar la curiosidad del estudiante con contenidos interactivos con el fin de afianzar los conocimientos adquiridos previamente en la herramienta. De igual manera le permite evaluar su desempeño y autorregular su aprendizaje monitoreando los avances o dificultades en el proceso de aprendizaje

Ilustración 130. Botón actividad



Fuente: Autores

4.4 EJECUCIÓN DEL SOFTWARE

El software posee la ventaja de trabajar en cualquier versión de Windows sin necesidad de instalación previa, ejecutando el archivo Frozen.exe en la carpeta principal, sin embargo, se desarrollaron instaladores para Windows, IOS y Android con el fin de brindar una mejor experiencia y evitar algunos inconvenientes que se podrían producir al abrir el material con un explorador diferente a Mozilla Firefox (con el cual fue desarrollado).

Por lo tanto puede ejecutarse desde una gran gama de dispositivos como Tablets, iPhone, Smart tv entre otros dispositivos móviles; masificando la portabilidad e interoperabilidad de éste proyecto.

Ilustración 131. Aplicación para Android



Fuente: Autores

Ilustración 132. Ejecución del software en Android



Fuente: Autores

5. MANUAL PARA DESARROLLADORES

5.1 ¿QUÉ ES FLASH?

Flash es una tecnología para crear animaciones gráficas vectoriales independientes del navegador y que necesitan poco ancho de banda para mostrarse en los sitios web. La animación en Flash se ve exactamente igual en todos los navegadores, un navegador sólo necesitan un plug-in para mostrar animaciones en Flash.

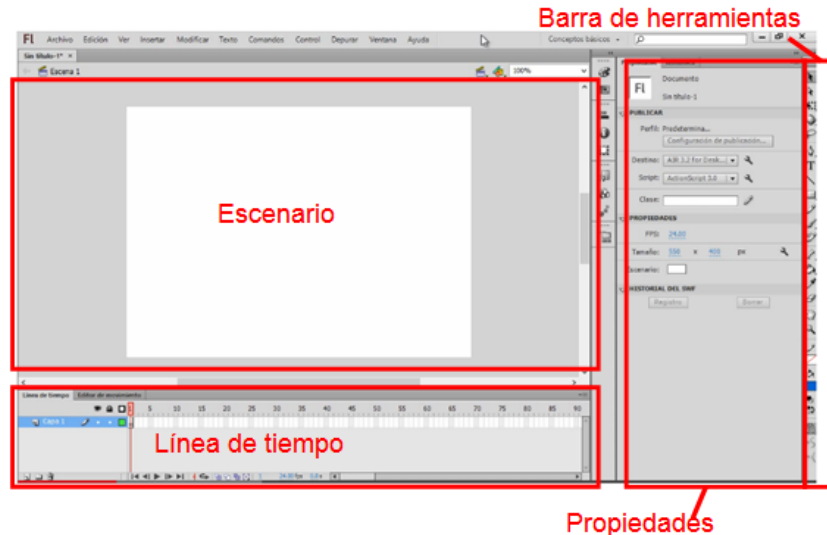
Con Flash los usuarios pueden dibujar sus propias animaciones o importar otras imágenes vectoriales.

5.2 ¿POR QUÉ USAR FLASH?

- Flash Player está instalado en 1,3 miles de millones de ordenadores conectados.
- Permite la programación de código lógico mediante Action Script.
- La extensión swf (producto final) puede ser reproducida desde gran variedad de dispositivos móviles como Tablets, Iphone, etc.
- Las películas Flash cargan más rápido lo que ahorra tiempo de descarga; y esto es porque Flash es basado en vectores a diferencia de HTML.
- Flash inteligentemente almacena en caches sus películas, para que no necesiten ser cargadas de nuevo.
- Flash da a los usuarios (Persona viendo/usando la película Flash) una 'rich-client' experiencia.

5.3 LA INTERFAZ FLASH

Ilustración 133. Interfaz de flash CS5



Fuente: los autores

Escenario o lienzo: En éste espacio se realiza la animación, la zona blanca delimita lo que se verá en la película final. El tamaño del lienzo se puede cambiar en la ventana propiedades.

Línea de tiempo: Éste panel muestra los cambios en el tiempo de la animación, en él se muestran unos rectángulos llamados fotogramas, además se muestra en el lado izquierdo las capas.

Barra de herramientas: En ella encontrará las herramientas de dibujo necesarias para realizar las animaciones.

Propiedades: Muestra las características más relevantes del símbolo, texto, lienzo, etc. dependiendo de lo que se seleccione.

5.4 ¿CÓMO DIBUJAR EN FLASH?

Flash es un Software basado en dibujo vectorial, al igual que Corel, Fireworks o Adobe Illustrator; por lo tanto, cualquier persona con conocimientos básicos en éste tipo de herramientas podrá desenvolverse rápidamente en el entorno de trabajo para dibujar.

Se sugieren las siguientes páginas en las que encontrará tutoriales para iniciar en el mundo de flash:

- <http://flashfacilito.com>
- <http://www.cursosenhhd.com/>
- <http://www.cursosenhhd.com/featured/curso-flash-professional-cs6-capitulo-1-introduccion/#.UWxTjcrOfi>
- <http://www.cristalab.com/flash/iniciando-flash/>

5.5 CONCEPTOS BÁSICOS

Action Script: Adobe ActionScript es el lenguaje de programación utilizado en Adobe Flash Professional para controlar la reproducción de archivos SWF en tiempo de ejecución de Adobe Flash Player. Utilice ActionScript para que sus aplicaciones desempeñen dinámica de una manera no lineal, y para agregar funcionalidad interesante o complicada que no se pueden agregar mediante la línea de tiempo.

Utilización de ActionScript, puede añadir interactividad compleja, control de reproducción y visualización de datos para su aplicación. Puede añadir ActionScript en el entorno de edición, escriba el código en el panel Script del panel Acciones. ActionScript tiene sus propias reglas de la sintaxis, utiliza palabras clave reservadas, y es compatible con las variables (que se usan para almacenar y

recuperar la información). ActionScript incluye una gran biblioteca de clases incorporadas que puede utilizar para crear objetos que realizan muchas tareas útiles, como la generación de números aleatorios.

Cuando se crea un nuevo documento FLA, debe elegir qué versión de ActionScript para usar. Puede cambiar esta configuración si más adelante decide a escribir scripts usando una versión diferente de ActionScript mediante la actualización de la configuración de publicación.

Flash admite varias versiones de ActionScript para satisfacer las necesidades de los diferentes tipos de desarrolladores y hardware de reproducción:

ActionScript 3 es la versión más reciente, realiza los procesos muy rápido y es totalmente compatible con la especificación ECMA-Script²⁴. Ofrece un mejor procesamiento XML, un modelo de eventos mejorado y una arquitectura mejorada para trabajar con los elementos que aparecen en pantalla. Archivos FLA que utilizan ActionScript 3 no pueden incluir versiones anteriores de ActionScript.

ActionScript 2 es más antiguo y más simple de aprender que ActionScript 3. Aunque Flash Player se ejecuta el código compilado de ActionScript 2 más lento que el código compilado de ActionScript 3, ActionScript 2 sigue siendo útil para muchos tipos de proyectos que no son computacionalmente intensivas, tales como contenido orientado al diseño.

ActionScript 1 es la forma más simple de ActionScript, y todavía es utilizado por algunas versiones del reproductor Flash Lite. ActionScript 1 y 2 pueden coexistir en el mismo archivo FLA.

²⁴ ECMAScript es una especificación de lenguaje de programación publicada por ECMA International. El desarrollo empezó en 1996 y estuvo basado en el popular lenguaje JavaScript.

Flash Lite 2 y Flash Lite 1 son subconjuntos de la correspondiente versión de ActionScript que se admite en algunos viejos teléfonos móviles y dispositivos.

Alpha: Un canal alfa en Adobe Flash Professional almacena información de mate con el fin de apoyar la transparencia. En un elemento de imagen o video de 2D, cada píxel almacena un color. Para agregar transparencia, los datos adicionales se almacenan en el canal alfa con un valor entre 0 y 1. Un valor de 0 significa que el píxel no tiene ninguna información sobre la cobertura y el resultado es transparente, un valor de 1 significa que el valor del color del píxel está completamente cubierto y el resultado es opaco.

Ilustración 134. Propiedad alfa

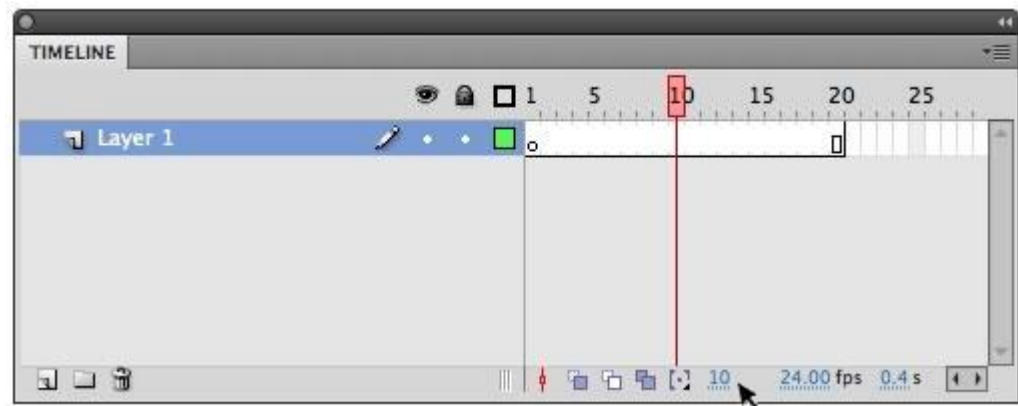


Fuente: los autores

Cabeza lectora: La cabeza lectora en la línea de tiempo de Adobe Flash Professional indica el fotograma que se muestra en el escenario. Como obras de proyecto de Flash, los movimientos de la cabeza lectora de izquierda a derecha a través de la línea de tiempo. La velocidad de movimiento del cursor de reproducción se basa en el ajuste de la velocidad de fotogramas. Sin embargo, el archivo SWF publicado podrá llevar a cabo más lentamente debido a las limitaciones de procesamiento de la computadora de usuario y la velocidad de su conexión a Internet.

La cabeza lectora indica el fotograma actual que se muestra en el escenario. La cabecera de línea de tiempo muestra los números de fotograma de la animación. Para mostrar un fotograma en el escenario, hay que mover la cabeza lectora al fotograma en la línea de tiempo. Aquí la cabeza lectora se encuentra en el fotograma10:

Ilustración 135. Cabeza lectora



Fuente: los autores

Para mostrar una imagen específica cuando se trabaja con un gran número de imágenes que no se pueden mostrar en toda la línea de tiempo a la vez, mueva el cursor de reproducción a lo largo de la línea de tiempo:

Para ir a un fotograma, haga clic en la posición del fotograma en el encabezado de la cronología o arrástrela cabeza lectora hasta la posición deseada.

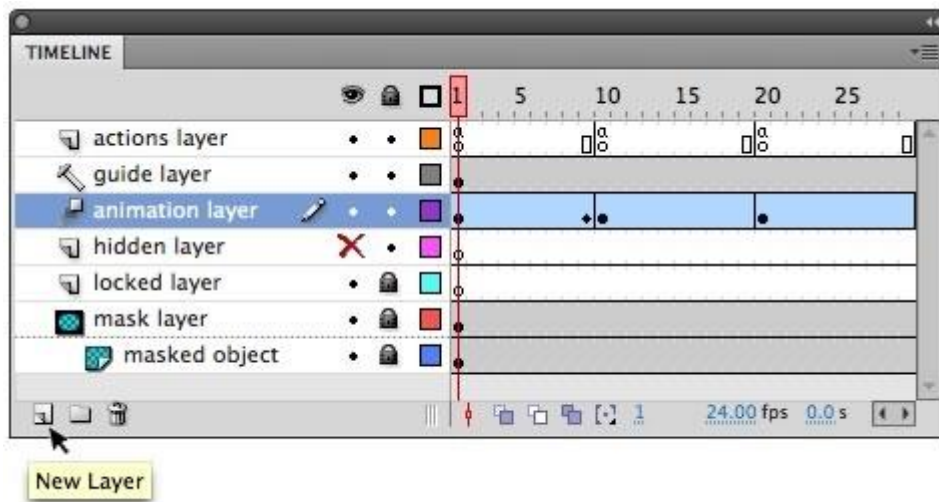
Capas: Las capas ayudan a organizar las ilustraciones de su documento de Flash Adobe Professional. Usted puede dibujar y editar objetos en una capa sin afectar a los objetos de otra capa. En las áreas de la etapa, sin nada en una capa, se puede ver a través de ella a las capas inferiores.

Para dibujar, pintar o modificar una capa o carpeta, seleccione la capa en la línea de tiempo para activarla. Un icono de lápiz junto a una capa o carpeta en la línea de tiempo indica que la capa o carpeta está activa. Sólo puede haber una capa activa a la vez, aunque más de una capa se puede seleccionar a la vez.

Al crear un documento de Flash, no contiene una sola capa. Para organizar las ilustraciones, animaciones y otros elementos del documento, añada más capas. También puede ocultar, bloquear o reordenar las capas. El número de capas que se pueden crear está limitado sólo por la memoria de su computadora, y las capas no aumentan el tamaño del archivo de su archivo SWF publicado. Sólo los objetos que se ubican en las capas al tamaño del archivo del proyecto.

Para ayudar a crear efectos sofisticados, utilice las capas de guías para facilitar el dibujo y la edición más fácil, y para hacer capas de máscara.

Ilustración 136. Visualización de las capas



Fuente: los autores

Para crear una capa normal, haga lo siguiente:

- Haga clic en el icono de Nueva capa en la línea de tiempo en la esquina inferior izquierda de la línea de tiempo.
- Haga clic (o Control-clic) en una capa existente y elija Insertar capa en el menú que aparece.

Hay cinco tipos de capas que puede utilizar en Flash:

- Capas normales contienen la mayor parte de la obra de arte en un archivo FLA. Las capas de máscara contienen objetos utilizados como máscaras para ocultar partes seleccionadas de capas por debajo de ellos. Para obtener más información, consulte Uso de capas de máscara en la documentación de Flash.
- Capas enmascaradas son las capas debajo de una capa de máscara que se asocia a la capa de máscara. Sólo la parte de la capa de máscara no cubierta por la máscara es visible.
- Las capas de guía contienen trazos que se pueden utilizar para orientar la disposición de los objetos de otras capas o el movimiento de animaciones por interpolación clásica de otras capas. Para obtener más información, consulte la Guía de capas y Crear interpolación de movimiento clásica a lo largo de un camino en la documentación de Flash.
- Capas guiadas son capas asociadas a una capa de guías. Los objetos de la capa guiada se pueden organizar o animar por las marcas en la capa de guía. Capas guiadas pueden contener ilustraciones estáticas y animaciones clásicas, pero no interpolaciones de movimiento.

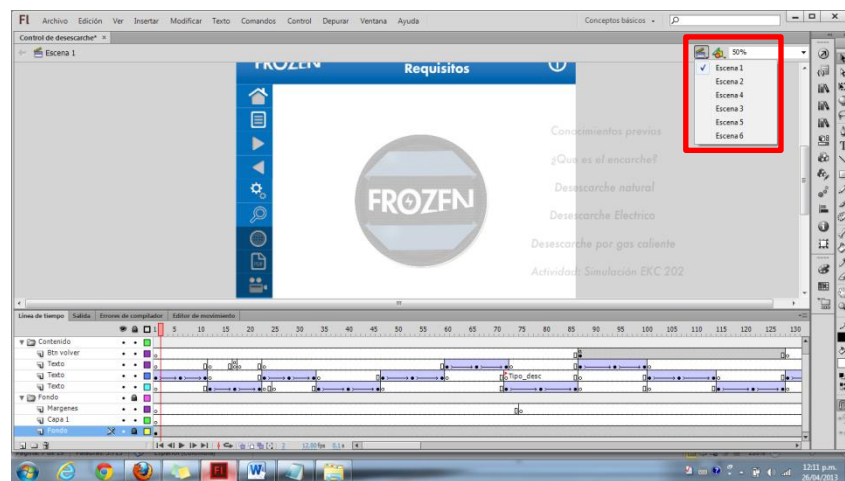
Escena: Una Escena no es más que una porción de la Línea de Tiempo, con todo lo que ésta incluya (capas, fotogramas...).

Su finalidad principal es la de ORGANIZAR la película, de modo que las partes de la película que no tengan relación entre sí no estén una a continuación de la otra (seguida en la línea de tiempo). De este modo, separando una película en 3

escenas, conseguimos tener 3 líneas de tiempo, 3 conjuntos de capas y 3 conjuntos de fotogramas, que veremos y editaremos como si de 3 películas diferentes se tratara.

Aunque en apariencia sean películas distintas, la Línea de Tiempo es la misma y al acabar la primera escena se reproducirá la segunda y así sucesivamente. Las Escenas se pueden añadir, eliminar, editar... desde el Menú Escena al que se accede desde Ventanas → Escena.

Ilustración 137. Cambio de escenas en Flash



Fuente: los autores

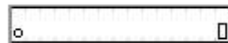
Fotograma clave: Un fotograma clave es un fotograma en Adobe Flash Professional en una nueva instancia de símbolo aparece en la línea de tiempo. Un fotograma clave también puede ser un marco que incluye código Action Script para controlar algún aspecto de su documento. También puede añadir un fotograma clave en blanco a la línea de tiempo como un marcador de posición para los símbolos que planea añadir más tarde o dejar explícitamente el marco en blanco.

Un punto negro en la línea de tiempo indica un solo fotograma clave. Fotogramas en gris claro después de un único fotograma clave contienen el mismo contenido sin cambios. Estos marcos tienen una línea negra vertical y un rectángulo vacío en el último fotograma del grupo.

Un punto negro en el fotograma clave inicial con una flecha negra y fondo azul indica una interpolación clásica.

No confunda fotogramas clave con fotogramas clave de propiedad, el icono de línea de tiempo para un fotograma clave es un diamante sólido, mientras que un icono de fotograma clave estándar es un círculo vacío o lleno.

Ilustración 138. Tipos de fotograma clave



A blank keyframe with no content followed by a series of static frames



A keyframe containing content followed by a series of static frames



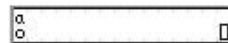
A motion tween



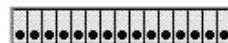
A motion tween with property keyframes



A shape tween



A keyframe with a frame script containing ActionScript code



A series of keyframes containing content in a frame-by-frame animation

Fuente: http://www.adobe.com/devnet/flash/learning_guide/animation/part03.html

Para trabajar con fotogramas clave, insertar y ellos (junto con fotogramas clave de propiedad) en la línea de tiempo posicionarse para controlar la secuencia de eventos en el documento y su animación.

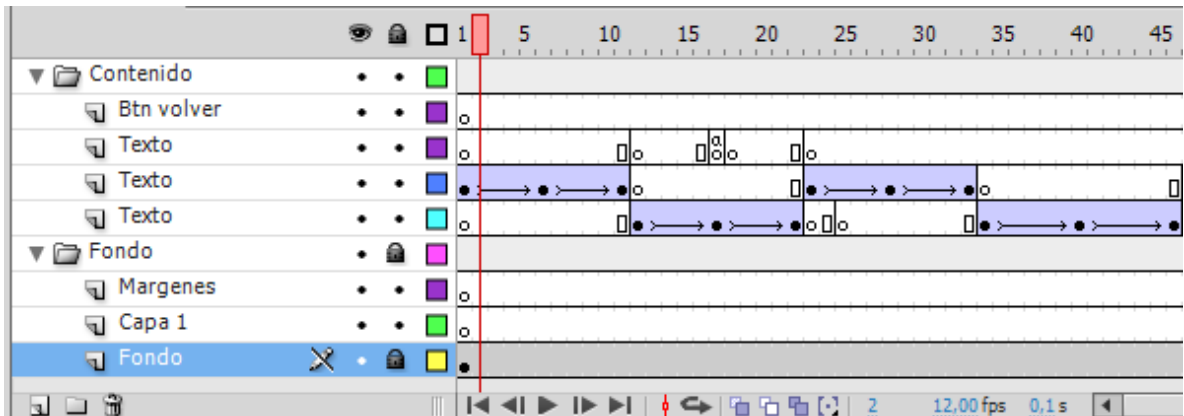
Interpolación: Una interpolación en Adobe Flash Professional es una animación que se crea mediante la especificación de un valor para una propiedad de objeto en un valor del fotograma clave y otro para la misma propiedad en otro fotograma clave. Flash calcula los valores de dicha propiedad entre esos dos cuadros.

Hay varios tipos de interpolaciones, como interpolaciones clásicas (por el método de animación de línea de tiempo más), interpolaciones de movimiento (con el editor de movimiento y rutas de movimiento), e interpolaciones deforma (el resultado de la elaboración de dos formas vectoriales diferentes e interpolar uno a otro). Además de la interpolación de movimiento, puede interpolar filtros, efectos de color y transparencia.

Los objetos que se pueden interpolar incluyen símbolos de clips de película, símbolos gráficos, símbolos de botones y campos de texto. Las propiedades de estos objetos que se pueden interpolar incluyen la x 2D y posición y, escala de x e y, x e y sesgar, posición 3D (sólo imágenes en movimiento), la rotación 2D (en torno al eje z), y 3Dx, y y z rotación (sólo imágenes en movimiento).

Movimiento 3D requiere el archivo FLA que se establece para utilizar ActionScript3 y Flash Player 10 o superior en la configuración de publicación.

Ilustración 139. Interpolación



Fuente: los autores

Un grupo de interpolaciones un grupo de fotogramas en la línea de tiempo situado entre los fotogramas clave inicial y final de una interpolación, sino que se muestra en una sola capa con un fondo azul. Sólo un objeto en el escenario puede ser animado en cada grupo de interpolación. Este objeto se llama el objeto de destino del grupo de interpolación.

Un fotograma clave es un marco dentro de un grupo de interpolación donde se define explícitamente uno o varios valores de propiedad del objeto de destino de interpolación.

Para obtener más información sobre la interpolación, consulte:

<http://helpx.adobe.com/flash/using/motion-tween-animation.html>

Símbolo: Un símbolo es un botón, o una película, clip gráfico que se crea manualmente en Adobe Flash Professional o mediante el botón (ActionScript 2), SimpleButton (ActionScript 3), y las clases MovieClip. Una vez convertido un objeto en un símbolo, el símbolo aparece en la biblioteca y se puede volver a

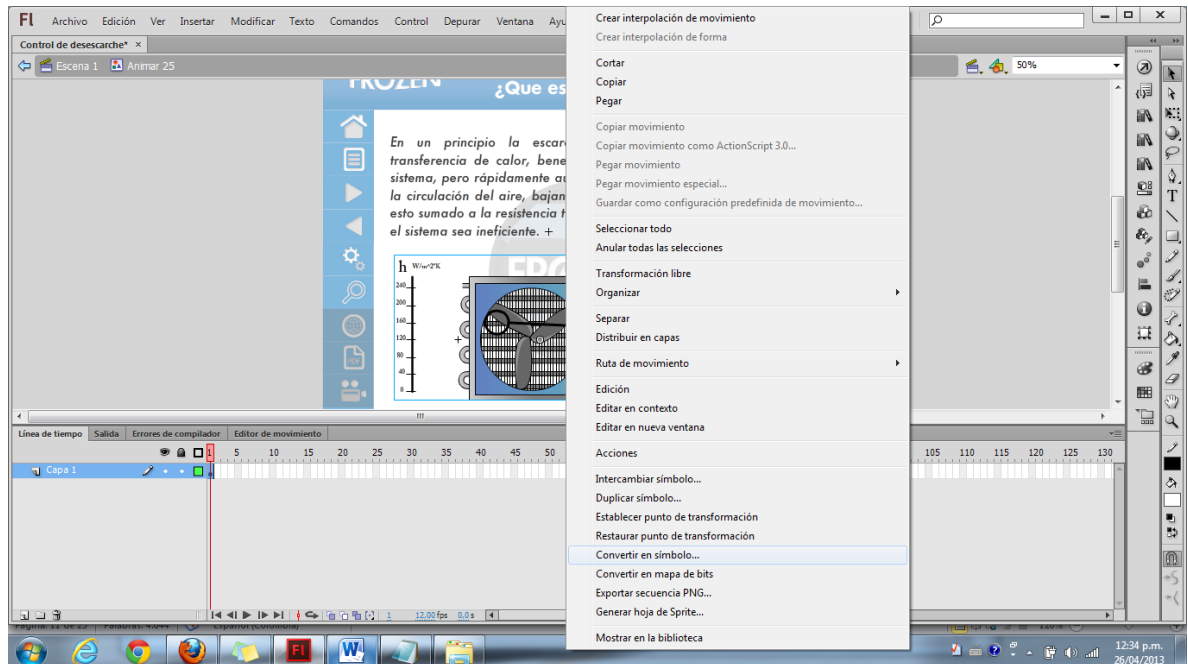
utilizar el símbolo arrastrando a instancias de la misma en todo el documento. También puede copiar los símbolos a utilizar en otros documentos.

Un símbolo puede incluir ilustraciones importadas desde otra aplicación. Los símbolos que se crea automáticamente se convierten en parte de la Biblioteca del documento actual.

Una instancia es una copia de un símbolo ubicada en el escenario o anidada en otro símbolo. Un ejemplo puede ser diferente de su símbolo principal en color, el tamaño, la transparencia, y la función. Al editar el símbolo directamente, Flash actualiza todas sus instancias. Por el contrario, puede aplicar efectos y transformaciones a una instancia de un símbolo y sólo actualizar esa instancia específica.

Usando símbolos en los documentos reduce drásticamente el tamaño del archivo, varias instancias de un símbolo requieren menos espacio de almacenamiento que guardar múltiples copias del contenido del símbolo. Por ejemplo, puede reducir el tamaño del archivo de sus documentos mediante la conversión de gráficos estáticos, como imágenes de fondo, en símbolos y luego volverlos a usar. Usando símbolos también se acelera la reproducción de archivos SWF, ya que cada símbolo tiene que ser descargado a Flash Player sólo una vez.

Ilustración 140. Convertir en símbolo



Fuente: los autores

Para convertir un elemento o elementos en un símbolo seleccionado, siga estos pasos:

1. Invoque el comando Convertir en símbolo, realice una de las siguientes opciones:
 - a. Seleccione Modificar>Convertir en símbolo(o presione F8)
 - b. Arrastre la selección al panel Biblioteca
 - c. Haga clic (o Control-clic) en los elementos y seleccione Convertir en símbolo en el menú contextual que aparece
2. En el cuadro de diálogo Convertir en símbolo, escriba el nombre del símbolo y seleccione el tipo de símbolo: Botón, gráfico o Clip de película.
3. Haga clic en la cuadrícula de registros que desea cambiar la posición del punto de registro del símbolo. (Nota: En la mayoría de los casos, lo mejor es mantener el registro establecido en la esquina superior izquierda.)
4. Haga clic en Aceptar.

5. Flash añade el símbolo a la Biblioteca. El icono correspondiente indica si el símbolo es un botón, gráfico o un clip de película.

Para obtener más información consulte:

<http://tv.adobe.com/watch/adc-presents/symbols-instances-and-the-library-panel-in-flash-cs4>

Línea de tiempo: La línea de tiempo de Adobe Flash Professional organiza y controla el contenido de un documento a través del tiempo en capas y fotogramas. Al igual que la película de cine, documentos de Flash dividen el tiempo en fotogramas. Las capas son como varias tiras de película apiladas una encima de la otra, cada una con una imagen diferente que aparece en el escenario. Los principales componentes de la línea de tiempo son las capas, los fotogramas y la cabeza lectora:

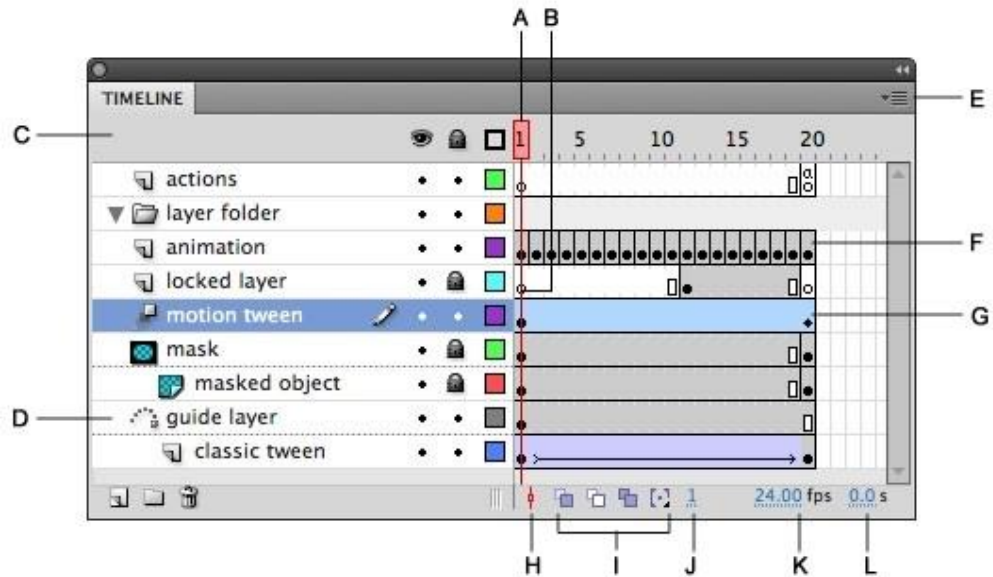
Las capas de un documento aparecen en una columna en la parte izquierda de la línea de tiempo.

Los fotogramas contenidos en cada capa aparecen en una fila a la derecha del nombre de la capa. El encabezado de la cronología en la parte superior de la línea de tiempo indica los números de fotograma.

El cabezal de reproducción indica el fotograma que se muestra en el escenario. Como documento juega, la cabeza lectora se mueve de izquierda a derecha a través de la línea de tiempo. Por defecto, la barra de reproducción inicia en el fotograma 1 cuando se llega al final.

El estado de la línea de tiempo se muestra en la parte inferior de la línea de tiempo indica el número del fotograma seleccionado, la velocidad de fotogramas actual y el tiempo transcurrido hasta el fotograma actual.

Ilustración 141. Partes de la línea de tiempo



Fuente: los autores

Las partes de la línea de tiempo:

- A. Cabeza lectora
- B. Fotograma vacío
- C. Encabezado de la línea de tiempo
- D. Máscara guía
- E. Pop up menú
- F. Animación cuadro a cuadro
- G. Interpolación
- H. Ir a cabeza lectora
- I. Botones de “papel cebolla”
- J. Indicador de fotograma actual
- K. Indicador de velocidad de fotogramas
- L. Indicados de tiempo transcurrido

La línea de tiempo muestra donde la animación se produce en un documento, incluidas la animación fotograma a fotograma, la animación interpolada y los trazados de movimiento.

Los controles en la sección de capas de la línea de tiempo permiten ocultar, mostrar, bloquear o desbloquear capas, así como contenido de las capas como contornos. Puede arrastrar fotogramas a una nueva ubicación en la misma capa o en una capa diferente. Si se activa la función de papel cebolla, se puede ver varios fotogramas simultáneamente, es muy útil para crear animaciones fotograma a fotograma.

Además de la línea de tiempo principal que se muestran en el espacio de trabajo de Flash, símbolos de botón clip de película y también tienen líneas de tiempo. Líneas de tiempo se pueden anidar (colocar dentro de otras líneas de tiempo) para organizar animaciones y funcionalidad específica dentro de un proyecto de Flash.

Para obtener más información sobre el uso de líneas de tiempo consulte:

<http://tv.adobe.com/watch/adc-presents/work-with-timelines-in-flash-cs4/>

Listener: ActionScript 3.0 nos permite controlar diversos eventos a través de los listeners. Son sentencias que escribimos directamente en el código y nos permiten saber cuándo ocurre un evento. En caso de que dicho evento ocurra, ejecuta una función que nosotros mismos debemos programar. Literalmente es un 'escuchador' que está pendiente todo el tiempo que nosotros queramos, de que se realice cierta acción.

¿Qué es un evento?

Un evento es una acción cualquiera de las predefinidas por AS3 que nos permite añadir cierta interactividad a las animaciones, aplicaciones, juegos, webs, o lo que sea que desarrollemos. Por ejemplo: un evento es el clic del mouse, o la pulsación

de una tecla, el paso de cierto tiempo, la entrada en escena de un nuevo fotograma, etc. Estas acciones nos permiten hacer que el código entienda cuando una acción de éstas se realiza, y por lo tanto, inicia la ejecución de una función. Para definir un listener que se oriente a un evento, utilizamos la siguiente sintaxis: `addEventListener(tipoDeEvento:evento,nombreDeLaFunción);`

Vamos a definir los principales tipos de evento, así como los principales eventos en sí. Hay que especificar ambas cosas, tanto el tipo de evento, como el evento que queremos, separado por dos puntos (:).

Existen distintos tipos de evento. Los más utilizados, normalmente son:

- MouseEvent
- KeyboardEvent
- Event

1. MouseEvent.

Controla los eventos relacionados con el mouse. Entre los eventos del tipo MouseEvent se pueden encontrar:

- CLICK: Sirve para ejecutar una función cuando se hace click sobre determinado objeto.
- MOUSE_DOWN: Sirve para ejecutar una función justo cuando se presiona el botón del mouse.
- MOUSE_UP: Sirve para ejecutar una función cuando se suelta el botón del mouse.
- MOUSE_MOVE: Se utiliza para ejecutar una función cuando el mouse se mueve.
- ROLL_OVER: Se utiliza para ejecutar una función cuando el mouse pasa por encima de algún objeto, sin necesidad de hacer clic sobre él.

- **ROLL_OUT**: Sirve para ejecutar una función cuando el mouse que estaba sobre él, sale de su área activa.

Para crear un listener con este tipo de evento, podríamos escribir por ejemplo:

```
addEventListener(MouseEvent.CLICK, miFuncion);
```

Si queremos añadir este listener a un objeto específico, debemos aclararlo. Por ejemplo, si tenemos un objeto llamado 'carro', que está en el escenario o que va a estarlo, debemos escribir:

```
carro.addEventListener(MouseEvent.CLICK, miFuncion);
```

De esta forma la acción se ejecutará sólo cuando se haga click en el objeto mencionado. Por lo tanto, de aquí podemos concluir que se debe especificar la ruta de un objeto, separada por puntos, del objeto al que queremos asociar el listener.

2. KeyboardEvent

Controla los eventos relacionados con el teclado. Entre los eventos del tipo KeyboardEvent se pueden encontrar:

- **KEY_DOWN**: Sirve para ejecutar una función cuando se presiona o pulsa una tecla.
- **KEY_UP**: Sirve para ejecutar una función cuando la tecla es liberada.
- **keyCode**: Sirve para ejecutar una función cuando se presiona una tecla específica, identificada por un código. Por ejemplo, cuando usamos las flechas del teclado, usamos los códigos 37, 38, 39 y 40 para mover un objeto con el teclado.
- **charCode**: Se utiliza para ejecutar una función cuando se presiona una tecla específica, pero que permite diferenciar, por ejemplo, mayúsculas y minúsculas, o distintos elementos que pueden escribirse con una misma tecla.

Para crear un listener con este tipo de evento, podríamos escribir por ejemplo:

```
stage.addEventListener(MouseEvent.CLICK, miFuncion);
```

IMPORTANTE: Cuando usamos eventos del mouse tenemos un objeto predeterminado al que se asocian estas funciones en la pantalla: El puntero del mouse. Sin embargo para el teclado no hay tal cosa. Por lo tanto si creamos un evento y no ponemos el “stage” antes, no funcionará. Tenemos que asociarlo a algo, y por lo tanto, como predeterminado, lo asociaremos al escenario, que es justamente lo que significa el ‘stage’ antes del listener.

3. Event.

En palabras sencillas, controla eventos como por ejemplo sucesos de la línea de tiempo, carga, scroll, select... Muy diversos eventos no tan específicos como los anteriores. entre los eventos de tipo Event, usualmente utilizamos:

- **ENTER_FRAME:** Es quizá el más importante porque nos permite realizar una función cada que entra un nuevo fotograma. Por lo tanto, muchas veces lo podemos utilizar para ejecutar funciones permanentemente. Supongamos que estamos en Flash, trabajando a 30 fps. Esto quiere decir que si asociamos un listener a un ENTER_FRAME, esta función se realizará 30 veces cada segundo. Igualmente podemos usarlo para acciones orientadas a fotogramas específicos utilizando `currentFrame` y `currentLabel`.
- **COMPLETE:** Realiza una función cuando la descarga de un objeto se ha completado.
- **FULLSCREEN:** Ejecuta una función cuando hay un evento de fullscreen o pantalla completa

Para crear un listener con este tipo de evento, podríamos escribir por ejemplo:

```
addEventListener(Event.ENTER_FRAME, miFuncion);
```

No podemos crear un listener que realice una función sin definir la misma, porque nos daría como resultado un error. Debemos entonces definir la función, antes o después del listener, que queremos que se ejecute. Esto lo hacemos de la siguiente manera:

Si creamos un listener que va a ejecutar la función llamada 'miFuncion', podemos crearla así:

```
functionmiFuncion(){//Contenido de la función}
```

Lo que aparece después de las // son comentarios, y es allí donde debemos definir qué es lo que queremos que haga nuestra función. El listener le dirá cuando ejecutarse.

Instancia: Cada instancia de símbolo en Adobe Flash Professional tiene sus propias propiedades que están separados del símbolo. Puede cambiar la tinta, la transparencia y el brillo de una instancia, redefinir el comportamiento de la instancia (por ejemplo, cambiar un gráfico a un clip de película) y especificar la forma de reproducir la animación dentro de una instancia gráfica.

También puede sesgar, rotar o escalar una instancia sin afectar al símbolo en sí mismo. Sin embargo, si actualiza el símbolo, todas las instancias de ese símbolo se actualizarán automáticamente. Esto hace que sea fácil de hacer cambios significativos para todo el proyecto.

Para editarlas propiedades de instancia, el acceso del inspector de propiedades (Ventana>Propiedades). Seleccione una instancia en el escenario e introduzca el nombre de instancia en el inspector de propiedades. El nombre que se asigna a un clip de película o de botón puede ser utilizado en Action Script para que pueda manipularla instancia y cambiar sus propiedades. Para obtener más información:

http://help.adobe.com/en_US/flash/cs/using/W5d60f23110762d6b883b18f10cb1fe1af6-7db2a.html

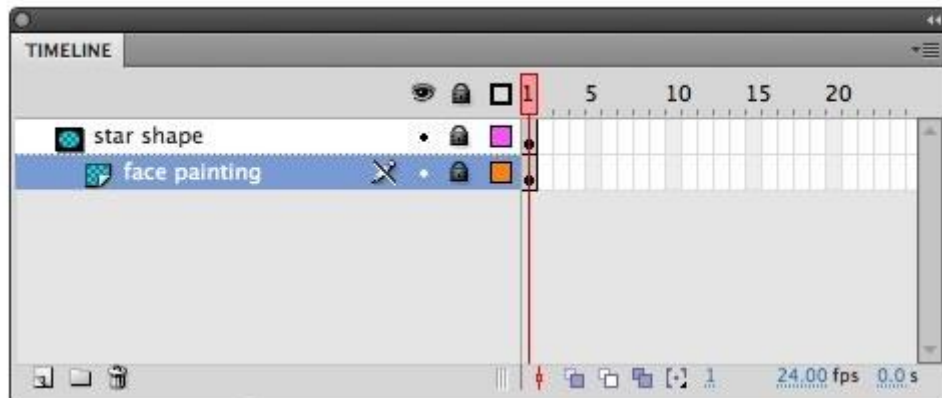
Debido a que no es posible asignar nombres de instancia a los símbolos gráficos, no puede controlarlos con Action Script. Utilice símbolos de clip de película en su lugar.

Las propiedades de una instancia se guardan con él. Si se edita un símbolo o intercambiar una instancia de un símbolo diferente, todas las propiedades de instancia que ha cambiado aún se aplican a la instancia.

Máscara: Para el efecto de foco, “wipes” y transiciones, utilice una capa de máscara en Adobe Flash Professional para crear un agujero a través del cual las capas subyacentes sean visibles. Un elemento de máscara puede ser una forma rellena, un objeto de tipo, una instancia de un símbolo gráfico o un clip de película. Grupo de capas múltiples bajo una sola capa de máscara para crear efectos sofisticados.

Para crear efectos dinámicos, animar una capa de máscara. Utilice la interpolación de forma de una forma rellena utilizada como máscara, el uso interpolación de movimiento para un tipo de objeto, instancia de gráfico o un clip de película. Cuando se utiliza una instancia de clip de película como máscara, animar la máscara a lo largo de un trazado de movimiento.

Ilustración 142. Propiedad máscara.



Edit the mask with the two layers unlocked



Mask effect with the two layers locked

Fuente: los autores

Para crear una capa de máscara, colocar un elemento de máscara sobre la capa para su uso como una máscara. En lugar de tener un relleno o trazo, el elemento de máscara actúa como una ventana que muestra el área de las capas enlazadas debajo de ella. El resto de la capa de máscara oculta todo excepto lo que se muestra a través del elemento de máscara.

Una capa de máscara sólo puede contener un elemento de máscara. Una capa de máscara no puede estar dentro de un botón, y no se puede aplicar una máscara a otra máscara.

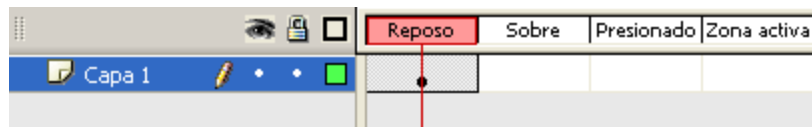
También puede crear una capa de máscara a partir de un clip de película con ActionScript. Una capa de máscara creada con Action Script sólo puede aplicarse

a otro clip de película. Consulte Utilización de clips de película como máscaras en la documentación de ActionScript 2 para Flash CS4.

Nota: Las herramientas 3D no se pueden utilizar en los objetos que se encuentran en las capas de máscara, y las capas que contienen objetos 3D no se pueden utilizar como capas de máscara.

Zona activa: Define el área de un botón que responderá al click del ratón. Esta área es invisible en la película. Si no se especifica un fotograma "Zona Activa" Flash tomará la imagen para el estado "Reposo" como fotograma de Zona Activa.

Ilustración 143: Zona activa de un botón.



Fuente: los autores

5.6 TABLA DE OPERADORES EN AS 3.0

A continuación se muestra una tabla de los operadores empleados en la programación para Action Script 3.0, además se encuentra el nombre enlazado a un ejemplo de uso de cada uno de ellos.

Tabla 5: Operadores de AS 3.0

<i>Operadores de AS 3.0</i>		
<i>Aritmético</i>		
+	suma	Suma expresiones numéricas.
--	decremento	Resta 1 del operando.
/	división	Divide expression1 entre expression2.

Operadores de AS 3.0		
++	incremento	Suma 1 a una expresión.
%	módulo	Calcula el resto de expression1 dividido entre expression2.
*	multiplicación	Multiplica dos expresiones numéricas.
-	resta	Se emplea para negar o restar.
Asignación de compuesto aritmético		
+=	asignación de suma	Asigna a expression1 el valor de expression1 + expression2.
/=	asignación de división	Asigna a expression1 el valor de expression1 / expression2.
%=	asignación de módulo	Asigna a expression1 el valor de expression1 % expression2.
*=	asignación de multiplicación	Asigna a expression1 el valor de expression1 * expression2.
-=	asignación de resta	Asigna a expression1 el valor de expression1 - expression2.
Asignación		
=	asignación	Asigna el valor de expression2 (el operando de la derecha) a la variable, elemento de matriz o propiedad de expression1.
Modo bit		
&	AND en modo bit	Convierte expression1 y expression2 en enteros de 32 bits sin signo, y ejecuta una operación Boolean AND en cada bit de los parámetros integer.
<<	desplazamiento a la izquierda en modo bit	Convierte expression1 y shiftCount en enteros de 32 bits y desplaza todos los bits de expression1 a la izquierda el número de

Operadores de AS 3.0		
		posiciones especificado por el entero resultante de la conversión de shiftCount.
~	NOT en modo bit	Convierte expression en un entero de 32 bits con signo y, a continuación, aplica un complemento de uno en modo bit.
	OR en modo bit	Convierte expression1 y expression2 en enteros de 32 bits sin signo y coloca un 1 en cada posición de bit donde los correspondientes bits de expression1 o expression2 sean 1.
>>	desplazamiento a la derecha en modo bit	Convierte expression y shiftCount en enteros de 32 bits y desplaza todos los bits de expression a la derecha el número de posiciones especificado por el entero resultante de la conversión de shiftCount.
>>>	desplazamiento a la derecha en modo bit sin signo	Es igual al operador de desplazamiento a la derecha en modo bit (>>), con la diferencia de que no conserva el signo de la expresión original porque los bits a la izquierda se rellenan siempre con 0.
^	XOR en modo bit	Convierte expression1 y expression2 en enteros de 32 bits sin signo y coloca un 1 en cada posición de bit donde los correspondientes bits de expression1 o expression2, pero no ambas, sean 1.
Asignación de compuesto en modo bit		
&=	asignación AND en modo bit	Asigna a expression1 el valor de expression1& expression2.

Operadores de AS 3.0		
<<=	asignación y desplazamiento a la izquierda en modo bit	Ejecuta una operación de desplazamiento a la izquierda en modo bit (<<=) y almacena el contenido como un resultado en expression1.
=	asignación OR en modo bit	Asigna a expression1 el valor de expression1 expression2.
>>=	asignación y desplazamiento a la derecha en modo bit	Ejecuta una operación de desplazamiento a la derecha en modo bit y almacena el resultado en expression.
>>>=	asignación y desplazamiento a la derecha en modo bit sin signo	Ejecuta una operación de desplazamiento a la derecha en modo bit sin signo y almacena el resultado en expression.
^=	asignación XOR en modo bit	Asigna a expression1 el valor de expression1 ^ expression2.
Comentario		
/*..*/	delimitador de comentario en bloque	Delimita una o varias líneas de comentarios de script.
//	delimitador de comentario de línea	Indica el principio de un comentario de script.
Comparación		
==	igualdad	Comprueba la igualdad de dos expresiones.
>	mayor que	Compara dos expresiones y determina si expression1 es mayor que expression2; si lo es, el resultado es true.
>=	mayor que o igual a	Compara dos expresiones y determina si expression1 es mayor o igual a expression2 (true) o expression1 es menor que

Operadores de AS 3.0		
		expression2 (false).
!=	desigualdad	Prueba el contrario exacto del operador de igualdad (==).
<	menor que	Compara dos expresiones y determina si expression1 es menor que expression2; si lo es, el resultado es true.
<=	menor que o igual a	Compara dos expresiones y determina si expression1 es menor o igual a expression2; si lo es, el resultado es true;
===	igualdad estricta	Comprueba la igualdad de dos expresiones, pero no realiza la conversión automática de los datos.
!==	desigualdad estricta	Prueba el contrario exacto del operador de igualdad estricta (===).
Lógica		
&&	AND lógico	Devuelve expression1 si es false o se puede convertir en false, y expression2 en caso contrario.
&&=	asignación AND lógico	Asigna a expression1 el valor de expression1 && expression2.
!	NOT lógico	Invierte el valor Boolean de una variable o expresión.
	OR lógico	Devuelve expression1 si es true o se puede convertir en true, y expression2 en caso contrario.
=	asignación OR lógico	Asigna a expression1 el valor de expression1 expression2.

Operadores de AS 3.0		
Otros		
[]	acceso a matriz	Inicializa una nueva matriz o matriz multidimensional con los elementos especificados (a0 y así sucesivamente) o accede a elementos de una matriz.
	as	Evalúa si una expresión especificada por el primer operando es miembro del tipo de datos especificado por el segundo operando.
,	coma	Evalúa primero expression1, a continuación, expression2, y así sucesivamente.
?:	condicional	Evalúa expression1 y, si el valor de expression1 es true, el resultado es el valor de expression2; en caso contrario, el resultado es el valor de expression3.
	delete	Destruye la propiedad de objeto especificada por reference; el resultado es true si la propiedad no existe al finalizar la operación; en caso contrario, el resultado es false.
.	punto	Accede a variables y métodos de clases, obtiene y establece propiedades de objetos y delimita paquetes o clases importados.
	in	Evalúa si una propiedad forma parte de un objeto especificado.
	instanceof	Evalúa si la cadena de prototipo de una expresión incluye el objeto prototipo para function.

Operadores de AS 3.0		
	is	Evalúa si un objeto es compatible con un tipo de datos, una clase o una interfaz específicos.
::	calificador de nombres	Identifica el espacio de nombres de una propiedad, un método, una propiedad XML o un atributo XML.
	new	Crea una instancia de clase.
{ }	inicializador de objeto	Crea un nuevo objeto y lo inicializa con los pares de propiedades name y value.
()	paréntesis	Ejecuta una operación de agrupación en uno o varios parámetros, lleva a cabo una evaluación secuencial de las expresiones o rodea uno o varios parámetros y los pasa como argumentos a una función que precede al paréntesis.
/	delimitador RegExp	Si se utiliza antes y después de caracteres, indica que los caracteres tienen un valor literal y se consideran una expresión regular (RegExp), no una variable, una cadena u otro elemento de ActionScript.
:	type	Se utiliza para asignar un tipo de datos; este operador especifica el tipo de variable, el tipo de devolución de función o el tipo de parámetro de función.
	typeof	Evalúa expression y devuelve una cadena que especifica el tipo de datos de la expresión.
	void	Evalúa una expresión y, a continuación,

Operadores de AS 3.0		
		descarta su valor, devolviendo undefined.
Cadena		
+	concatenación	Concatena (combina) cadenas.
+=	asignación de concatenación	Asigna a expression1 el valor de expression1 + expression2.
"	delimitador de cadena	Si se utiliza antes y después de caracteres, indica que los caracteres tienen un valor literal y se consideran una cadena y no una variable, un valor numérico u otro elemento de ActionScript.
XML		
@	identificador de atributo	Identifica atributos de un objeto XML o XMLList.
{ }	llaves (XML)	Evalúa una expresión que se utiliza en un inicializador de XML o XMLList.
[]	corchetes (XML)	Obtiene acceso a una propiedad o atributo de un objeto XML o XMLList.
+	concatenación (XMLList)	Concatena (combina) valores XML o XMLList en un objeto XMLList.
+=	asignación de concatenación (XMLList)	Asigna a expression1, que es un objeto XMLList, el valor de expression1 + expression2.
	delete (XML)	Elimina los elementos o atributos XML especificados por reference.
..	descriptor de acceso a descendiente	Navega hasta elementos descendientes de un objeto XML o XMLList, o bien (en combinación con el operador @) busca atributos coincidentes de los descendientes.

Operadores de AS 3.0		
.	punto (XML)	Navega hasta elementos secundarios de un objeto XML o XMLList, o bien (en combinación con el operador @) devuelve atributos de un objeto XML o XMLList.
()	paréntesis (XML)	Evalúa una expresión en una construcción XML E4X.
<>	delimitador de etiqueta de literal XML	Define una etiqueta XML en un literal XML.

Fuente: http://livedocs.adobe.com/flash/9.0_es/ActionScriptLangRefV3/operators.html

5.7 EJEMPLOS DE PROGRAMACIÓN EMPLEADA

A continuación se muestra la programación de los botones principales, junto con algunos ejemplos considerados relevantes de la programación empleada en la herramienta multimedia FROZEN, con el fin de ser empleados como guía en la elaboración de futuros objetos de aprendizaje:

5.7.1 Ejemplo 1: Abrir un PDF en el explorador predeterminado. A continuación se explicará cómo se conduce al material en PDF con la descripción detallada en el entrenador.

//Botón información

```
info.addEventListener(MouseEvent.CLICK,Info);
```

```
varInfoURL: URLRequest= new URLRequest("../..../PDF Frozen/Info.pdf");
```

```
functionInfo(event:MouseEvent):void{navigateToURL(InfoURL, "_blank");}
```

La primera línea agrega un "Listener" al botón cuyo nombre de instancia es "info" cuando se produce el evento del mouse "Click", la cual ejecuta la función Info. La segunda línea de código crea una nueva variable llamada InfoURL y entre las

comillas se pone la dirección url que se desea abrir. El texto void define que no regresará ni se almacenará ningún resultado de la función.

La tercera línea de código define la función Info, la cual sólo ejecuta el comando para dirigirse a la dirección url almacenada en la variable.

5.7.2 Ejemplo 2: Ir a una URL. El código que se muestra a continuación se emplea para ir a una URL específica, en este caso la página principal de Google, al oprimir el botón INSTANCIA. Reemplace el nombre de instancia y la url por la instancia y el destino deseados.

```
//volver al menú Principal  
Varhome:URLRequest = newURLRequest("https://www.google.com.co/");  
INSTANCIA.addEventListener(MouseEvent.CLICK, Home);  
FunctionHome(event:MouseEvent):void{navigateToURL(home,"_self");}
```

5.7.3 Ejemplo 3: Ir a un fotograma clave y reproducir. El código que se muestra es el que se emplea para desplazarse a un tema específico.

```
INSTANCIA.addEventListener(MouseEvent.CLICK, menu);  
functionmenu(event:MouseEvent):void {gotoAndPlay(1,"Escena 1")}
```

De éste fragmento de código se resalta el comando *gotoAndPlay* el cual dirige la animación al fotograma número uno de la escena 1 y reproduce la animación en ese punto.

5.7.4 Ejemplo 4: Ir a un fotograma clave y detenerse. Éste código es muy similar al anterior, la diferencia es el comando *gotoAndStop* el cual permite detenerse en el fotograma clave de destino.

```
INSTANCIA.addEventListener(MouseEvent.CLICK, menu);  
functionmenu(event:MouseEvent):void {gotoAndStop(1,"Escena 1")}
```

5.7.5 Ejemplo 5: Botón Adelante. Éste botón que reproduce la animación:

```
INSTANCIA.addEventListener(MouseEvent.CLICK, Avanzar);  
function Avanzar(event:MouseEvent):void    {play()}
```

5.7.6 Ejemplo 6: retroceder la animación. Al oprimirse éste botón *Down* la animación se retrocede, para conseguir esto se ejecuta el siguiente código.

```
//Botón atrás  
var dw:int=1;  
Down.addEventListener(MouseEvent.CLICK, Retroceder);  
function Retroceder(event:MouseEvent):void{dw=0;prevFrame()}  
addEventListener(Event.ENTER_FRAME, fl_EnterFrameHandler);  
function fl_EnterFrameHandler(event:Event):void{if(dw==0){prevFrame()}}
```

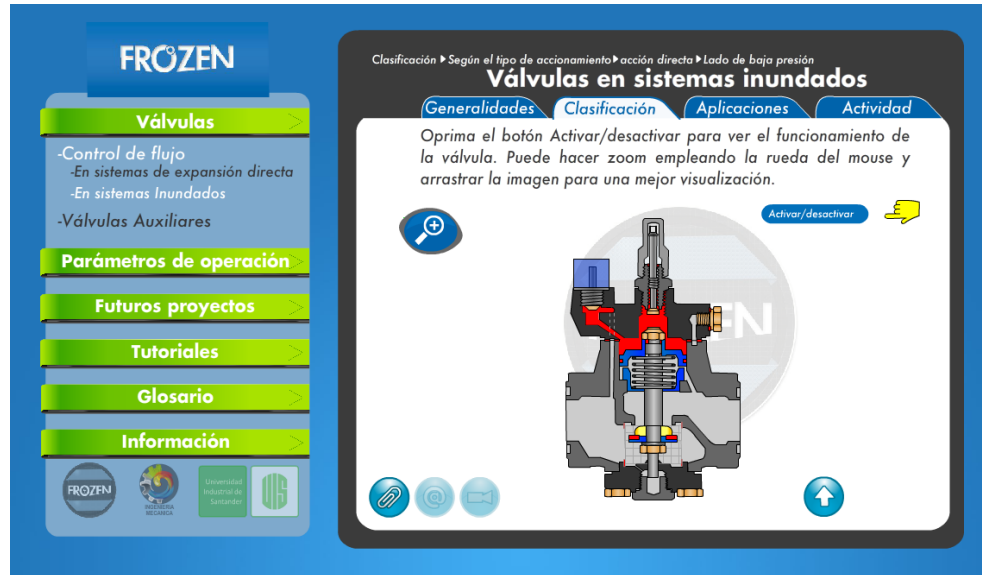
Para empezar, la variable *dw* define el punto en el que debe dejar de retroceder, para eso se definen dos funciones *Retroceder* que asigna el valor de cero a la variable *dw* y retrocede un fotograma.

También se define la variable *EnterFrameHandler* la cual se ejecuta al entrar en un fotograma clave, evalúa el valor de la variable *dw*, si éste es cero, retrocede otro fotograma y se vuelve a ejecutar.

Con el fin de detener ésta función, el fotograma donde se desea que se detenga ésta función se debe incluir el código *dw=1*;

5.7.7 Ejemplo 7: Arrastrar y soltar

Ilustración 144. Ejemplo 1, zoom empleado en la válvula PM1



Fuente: Los Autores

En éste ejemplo se muestra que al mover la rueda del mouse sobre la válvula, ésta aumenta o disminuye su tamaño, además si se da click sostenido sobre la misma, ésta **puede** ser arrastrada y colocada en cualquier lugar a lo largo del escenario. Para ello se ejecutan tres fragmentos de código diferentes:

```
INSTANCIA.addEventListener(MouseEvent.CLICK, fl_ClickToDrag6);  
function fl_ClickToDrag6(event:MouseEvent):void  
{ INSTANCIA.startDrag();}
```

En éste código se ejecuta la función fl_ClickToDrag6 al oprimir el mouse, con lo que se inicia a arrastrar el símbolo con nombre de instancia "INSTANCIA".

```
stage.addEventListener(MouseEvent.CLICK, fl_ReleaseToDrop6);  
function fl_ReleaseToDrop6(event:MouseEvent):void  
{ INSTANCIA.stopDrag();}
```

Éste fragmento se ejecuta cada vez que se suelta el mouse, con lo que se ejecuta la función `fl_ReleaseToDrop6` que detiene el arrastrado de “INSTANCIA”.

5.7.8 Ejemplo 8: Zoom con la rueda del mouse. Como complemento de la función `zoom` se emplea la función de arrastrar y colocar, por lo tanto se usa en la animación de la válvula PM1 del ejemplo anterior; el código para realizar ésta función es:

```
addEventListener(MouseEvent.MOUSE_WHEEL, RUEDAZOOM6)
function RUEDAZOOM6 (event:MouseEvent):void{
    deltavar=event.delta;
    if(deltavar>0){
        INSTANCIA.width+=zoomamount;
        INSTANCIA.height+=zoomamount;
    }elseif(deltavar<0){
        INSTANCIA.width-=zoomamount;
        INSTANCIA.height-=zoomamount;
    }
}
```

La función `RUEDAZOOM6` se ejecuta al mover la rueda del mouse, analiza si el diferencial del movimiento de la rueda es positivo, con lo cual aumenta las proporciones del símbolo “INSTANCIA” un valor en pixeles contenido en la variable `zoomamount`, caso contrario sucede si el valor del diferencial es negativo.

5.7.9 Ejemplo 9: Zoom táctil. Dado que al operar el software en un dispositivo Android no se puede emplear la función `zoom` descrita anteriormente, se implementó otra función de zoom táctil, la cual se describe a continuación:

```

//Zoom para android
Multitouch.inputMode = MultitouchInputMode.GESTURE;
stage.addEventListener(TransformGestureEvent.GESTURE_ZOOM,
fl_ZoomHandler);

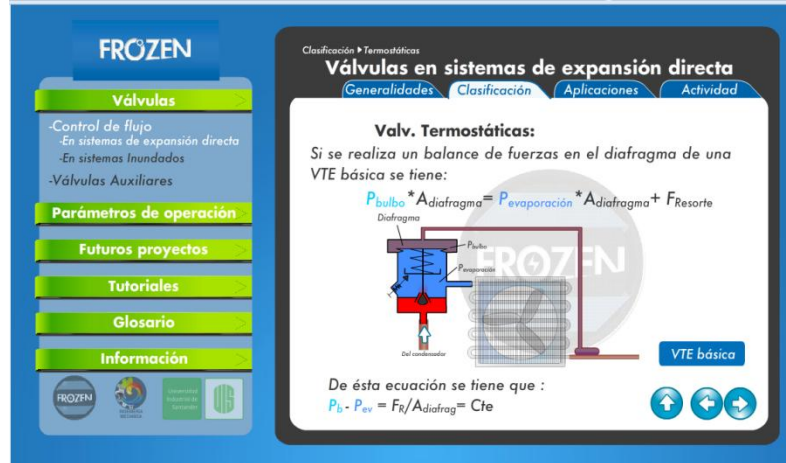
function fl_ZoomHandler(event: TransformGestureEvent): void
{
    if(event.scaleX != scale X){
        Animacion_KVC.scaleX *= event.scale X;
        Animacion_KVC.scale Y *= event.scale X;
    }
    if(event.scale Y != scale Y){
        Animacion_KVC.scale X *= event.scale Y;
        Animacion_KVC.scale Y *= event.scale Y;
    }
}

```

El primer bloque permite usar los eventos táctiles y agrega los listener necesarios al escenario, la función compara el valor del zoom del evento, si se realiza a lo largo del eje x o y, luego agrega este valor a la escala en los dos ejes.

5.7.10 Ejemplo 10: Botones Adelante y atrás.

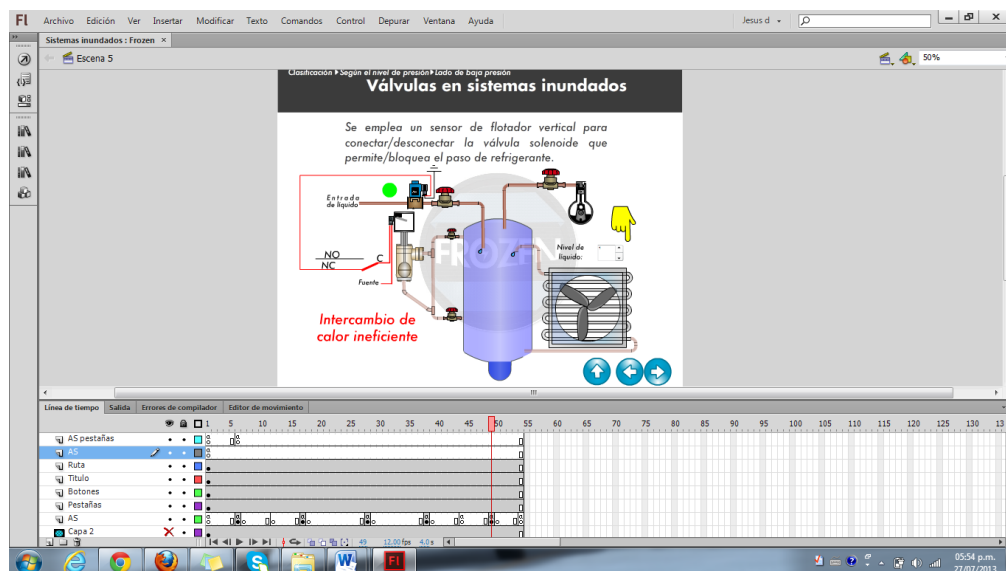
Ilustración 145. Ejemplo 2, botones adelante y atrás



Fuente: Los Autores

El objeto de estas barras es profundizar en el contenido de un tema dado, para lo cual cada botón debe tener una programación diferente.

Ilustración 146. programación botones de adelante y atrás.



Fuente: Los Autores

Primero es necesario montar la animación de la salida y entrada de contenido, con el comando `stop()` en cada fotograma clave donde debe detenerse, luego de esto programamos el botón adelante:

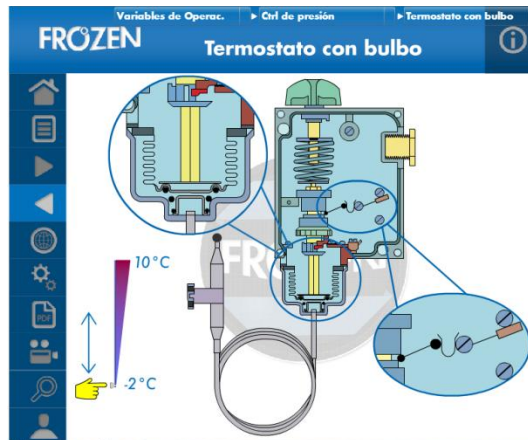
```
//Control del botón adelante
adelante.addEventListener(MouseEvent.CLICK,adelante2_function);
adelante.buttonMode=true;
function adelante2_function (Event:MouseEvent):void{
    if(currentFrame==86){gotoAndPlay(60)}
    else{play()}}
```

La primera línea de código añade el Listener de la función, la segunda línea asigna el modo botón a un clip de película, con lo cual el cursor cambiará al ubicarse sobre éste, indicando que se puede hacer click sobre él.

La función *adelante2_function* analiza el fotograma en el que está parada la cabeza lectora, si se encuentra ubicado en el fotograma 86 iniciará la reproducción en el fotograma 60, de lo contrario reproducirá normalmente desde el fotograma actual.

5.7.11 Ejemplo 11: Botón deslizante. Se emplea para variar características como presión, temperatura, nivel de refrigerante, etc. dentro de una simulación. Es necesario tener en cuenta que se debe arrastrar el botón triangular, que generalmente se encuentra en la posición inferior, dado que este tipo de acción se dificulta para realizarla desde un celular o una Tablets se decidió reemplazar este tipo de botones por “Numeric Steeper”, sin embargo, a continuación se explica el código.

Ilustración 147. Ejemplo 3, botón "Slider".



Fuente: Los Autores

```
var niv1 = niv1;
```

```
var niv2 = INSTANCIA.value;
```

```
Term_Bulb.gotoAndStop(1);
```

```
Term_Bulb1.gotoAndStop(1);
```

```
Term_Bulb2.gotoAndStop(1);
```

```
mano2.visible = true;
```

```
//Control aguja
```

```
INSTANCIA.addEventListener(Event.CHANGE,Liq_1);
```

```
function Liq_1(evt:Event):void{
```

```
mano2.visible=false;
```

```
    niv2 = Nivel_liq_1.value;
```

```
    niv1=Math.round(niv2);
```

```
Term_Bulb.gotoAndStop(niv1);
```

```
    Term_Bulb1.gotoAndStop(niv1);
```

```
    Term_Bulb2.gotoAndStop(niv1);
```

```
}
```

Las dos primeras líneas de código definen las variables que se emplearán, la variable *niv2* toma además el valor del Slider *INSTANCIA*.

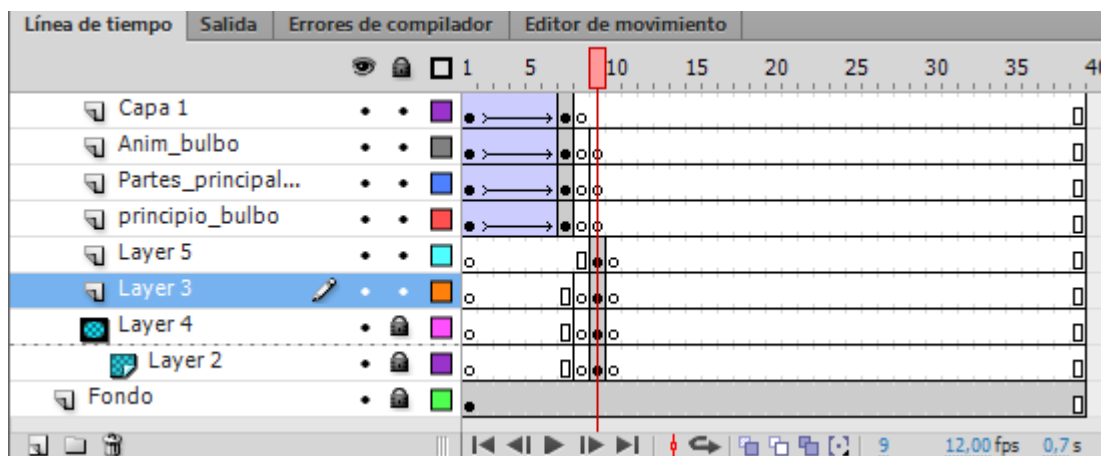
El segundo bloque de código detiene los movie clip en el fotograma número uno.

En el tercer bloque de código se añade el listener correspondiente al botón Slider, el cual ejecuta la función *Liq_1*. Ésta función oculta la mano amarilla, toma el valor contenido en el Slider y lo redondea, luego de esto lleva los tres movie clip para realizar el efecto de lupa al fotograma correspondiente a la variable *niv1*.

5.7.12 Ejemplo 12: Efecto de lupa. Para realizar las ampliaciones del ejemplo anterior se tienen tres movie clip, el principal y dos ampliaciones, las cuales poseen una máscara para que sea visible solo lo que ésta contiene, al ejecutar la función mueve los tres movie clip al mismo fotograma clave:

```
Term_Bulb.gotoAndStop(niv1);  
Term_Bulb1.gotoAndStop(niv1);  
Term_Bulb2.gotoAndStop(niv1);
```

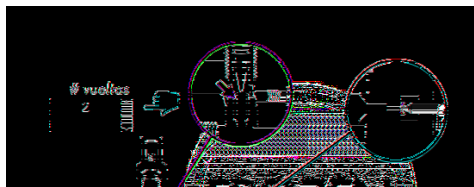
Ilustración 148. Efecto de lupa.



Fuente: Los Autores

5.7.13 Ejemplo 13: Numeric stepper. El numeric stepper funciona de la misma manera que el Slider explicado anteriormente, se deben ajustar los parámetros `minimum` (valor mínimo que toma el numeric stepper), `maximum` (valor máximo), `steepSize` (valor que varía al pulsar el botón), y `value` (valor inicial). Estos parámetros están disponibles seleccionando el botón y seleccionando “propiedades”.

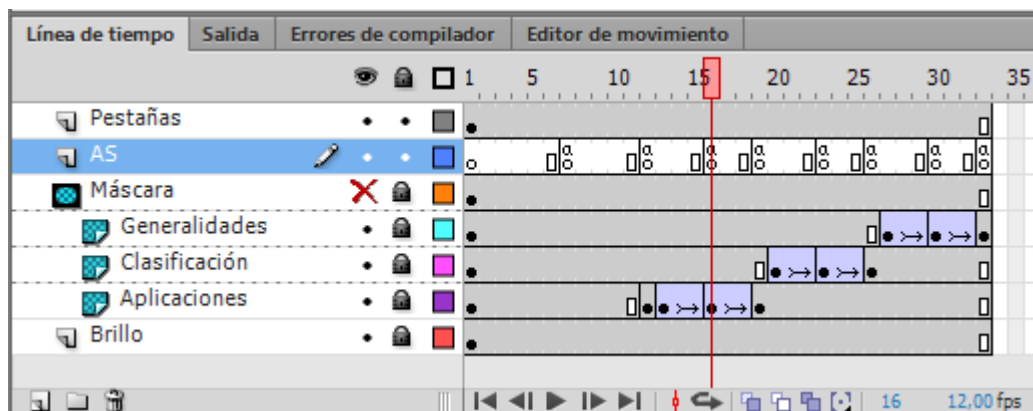
Ilustración 149. Numeric Steeper



Fuente: Los Autores

5.7.14 Ejemplo 14: Menú desplegable. Para empezar es necesario conocer la estructura del menú desplegable, éste está contenido dentro de un movie clip, en el interior de éste se encuentran las pestañas, una capa con Action script que solo tienen el comando `stop()`, una máscara que oculta el menú desplegable como tal, el menú desplegable de cada pestaña y una capa con un movie clip que ilumina la pestaña seleccionada. El código que ejecuta las animaciones es el siguiente:

Ilustración 150. Contenido menú desplegable



Fuente: Los Autores

Una vez conocida la estructura del menú, procederemos a analizar el código, el cual se encuentra agrupado en dos bloques, uno de animación y el otro con los destinos de cada botón:

```
//AS menu desplegable  
var menu_activo: Number = 0;
```

La variable *menu_activo* se emplea para saber que pestaña iluminar con el brillo.

```
/AS Animaciones  
pestañas_VTE.gen_Pestñ.addEventListener(MouseEvent.CLICK,  
overBtn1);  
function overBtn1(evt:MouseEvent):void  
    {pestañas_VTE.gotoAndPlay(13);  
      switch(menu_activo){  
        case 1:pestañas_VTE.brillo.gotoAndStop(2);break;  
        case 2:pestañas_VTE.brillo.gotoAndStop(3);break;  
        case 3:pestañas_VTE.brillo.gotoAndStop(4);break;  
        case 4:pestañas_VTE.brillo.gotoAndStop(5);break;  
      }  
    }
```

Este bloque de código añade el listener de la función *overBtn1* cuando el evento es *MouseEvent.CLICK* (el mouse se ubica sobre la pestaña), va y reproduce la animación de desplegar la pestaña y analiza la variable *menu_activo*, de acuerdo con esto ilumina la pestaña correspondiente. Cada pestaña debe tener un fragmento de código similar para realizar el desplegado de la pestaña.

La función de replegar las pestañas se realiza cuando el mouse se sale del recuadro (*MouseEvent.CLICK*,) desplegado mediante el siguiente código:

```
pestañas_VTE.Menú1.addEventListener(MouseEvent.CLICK, outBtn1);  
function outBtn1(event:MouseEvent):void
```

```

{pestañas_VTE.gotoAndPlay(16);
  switch(menu_activo){
    case 1:pestañas_VTE.brillo.gotoAndStop(2);break;
    case 2:pestañas_VTE.brillo.gotoAndStop(3);break;
    case 3:pestañas_VTE.brillo.gotoAndStop(4);break;
    case 4:pestañas_VTE.brillo.gotoAndStop(5);break;
  }
}

```

Cuando se sale del recuadro se ejecuta la función , la cual lleva a la animación de guardar la pestaña, también evalúa el menú activo y lo ilumina; ésta acción es indispensable efectuarla en todas las animaciones, dado que si no se realiza puede iluminarse otra pestaña produciendo confusión en el lector.

Ésta programación se debe añadir a cada submenú que se despliega, lo cual hace que el código generado sea bastante extenso, sin llegar a afectar el desempeño de la ejecución del software.

Luego de tener la animación del submenú solo resta añadir a cada botón la función que reproduce el contenido deseado, para esto cada botón debe llevar un código como el que se muestra a continuación:

```

//AS Botones
pestañas_VTE.Menú1.conocimientos.addEventListener(MouseEvent.CLICK,
menu1_item1);
function menu1_item1(event:MouseEvent):void
{
  gotoAndPlay(1,"Escena 2");
  menu_activo=1;
  pestañas_VTE.brillo.gotoAndStop(2);
}

```

La función lleva al contenido deseado, asigna como menú activo el número no e ilumina la pestaña correspondiente; cada botón debe contener una función similar y se deben agregar los listener de cada una de las funciones en el fotograma de destino, si se produce un error “atributo dado a un objeto no conocido” se deben dejar unos 4 a 5 fotogramas de animación antes de añadir los listener.

5.7.15 Ejemplo 15: Simulación de desescarche. En ésta simulación es necesario analizar el código en varias partes, ya que es demasiado extenso. Para empezar se crean y asignan valores iniciales a todas las variables en el primer fotograma de la animación y se imprimen éstos valores en un texto dinámico.

```
stop();
```

```
Ekc_mc.stop();
```

```
varcont:Number=0;
```

```
var cont1:Number=0;
```

```
var cont2:Number=0;
```

```
var cont3:Number=0;
```

```
var cont4:Number=0;
```

```
var cont5:Number=0;
```

```
var cont6:Number=0;
```

```
var cont7:Number=0;
```

```
var T1:Number=-15;
```

```
var T2:Number=30;
```

```
//Variables para el EKC
```

```
var d01:Number=1;
```

```
var d02:Number=8;
```

```
var d03:Number=1;
```

```
var d04:Number=80;
```

```

var d05:Number=60;
var d06:Number=30;
var d07:Number=30;
var d08:Number=0;
var d09:Number=0;
var d10:Number=1;
varFlechas:Number=1;

```

Luego de esto se añaden las funciones de los botones “Arriba” y “Abajo” del controlador, las cuales solo mueven la animación un fotograma para cambiar los valores mostrados en el Display del instrumento; la función del botón set contiene toda la programación para guardar los valores de las variables ajustadas.

```

//Botón set
Set_temp_mc.addEventListener(MouseEvent.CLICK, setbtn);
Set_temp_mc.buttonMode = true;
functionsetbtn(event:MouseEvent):void{
    switch(currentFrame){
        case 21:
            gotoAndStop(43);
            Ekc_mc.gotoAndStop(43);
            break;

        case 79:
            gotoAndStop(30);
            Ekc_mc.gotoAndStop(30);
            d10=1;
            d10_t.text="Temp S5";
            break;

        case 80:

```

```

gotoAndStop(30);
Ekc_mc.gotoAndStop(30);
d10=2;
d10_t.text="TempSaire"
break;

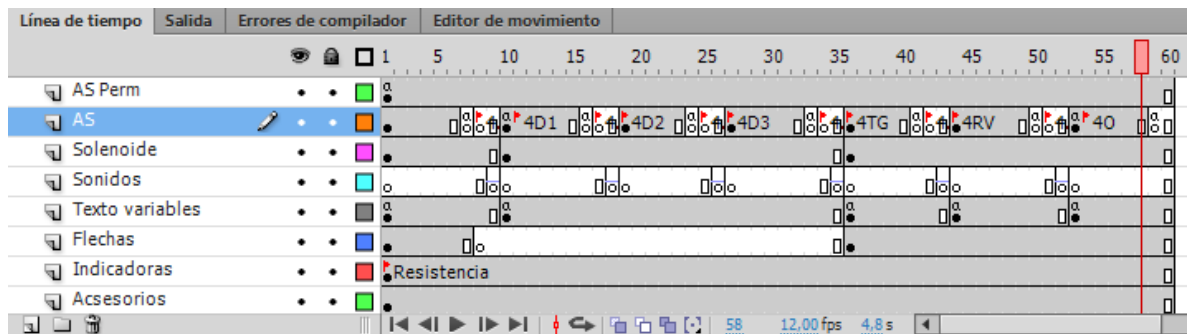
```

La función analiza en qué fotograma se encuentra ubicada la cabeza lectora (*currentFrame*) y de acuerdo a éste valor asigna los valores a la variable correspondiente y lo imprime en el texto dinámico.

El botón “Iniciar Simulación” analiza el método de desescarche seleccionado y reproduce la escena donde se ubica este, se realizaron tres escenas, una para cada método de desescarche debido a que el circuito es diferente.

Una vez en la animación ésta realiza un loop mientras varían las condiciones de la animación para avanzar al siguiente punto de ésta, cada animación consta de siete etapas.

Ilustración 151. Estructura de la animación de desescarche



Fuente: Los Autores

En el fotograma 1 la animación imprime en un texto dinámico las variables relevantes para esa etapa, cuando la animación llega al fotograma 7 realiza las siguientes acciones:

```
cont++;  
cont1++;  
cont7++;
```

Suma los contadores del tiempo para la animación del reloj

```
if (cont1>60){  
    cont2++;  
    cont6++;  
    cont1=0;  
    cont7=0}  
Tiempo.text=" "+cont2+" ": "+cont1;  
minutos.rotation= 6*cont1-90;  
horas.rotation=(30*cont2-60)+(0.5*cont1);
```

Realiza las operaciones necesarias para mover las agujas del reloj

```
if(cont>d05){gotoAndPlay(8);cont=0;cont1=0;cont2=0;Flechas=0}  
else{gotoAndPlay(2);}
```

```
if(cont<45){encarhe_mc.gotoAndStop(cont);cont4++}
```

Analiza las condiciones para avanzar a la siguiente etapa de la animación.

```
if (cont<30){T1=(Math.round(Math.random()*10)/10-15 )}  
else {T1=(-Math.round(Math.random()+(cont-30)/3))-15}  
Temp1.text="Temp: " +T1+ " °C";  
Termometro1.gotoAndStop(Math.round(T1+10));  
T2=(Math.round(Math.random()*10)/10+28)  
Temp2.text="Temp: " +T2+ " °C";  
Termometro2.gotoAndStop(Math.round(T2+10));
```

Calcula las nuevas condiciones de temperatura y lleva la animación del termómetro al valor correspondiente.

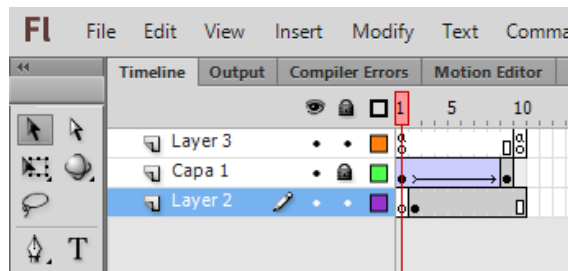
```
if (cont1>15 && cont1<30 || cont1>45 && cont1<59)
{Flechas_mc.alpha=0;Flechas=0;Motor_mc.stop();Motor.gotoAndStop(2)}
else{Flechas_mc.alpha=1;Flechas=1;Motor_mc.play();Motor.gotoAndStop(1)}
```

Reproduce o detiene la animación de las flechas para simular la parada del compresor por razones ajenas al desescarcho.

Así continua re calculando y analizando las condiciones durante las siete etapas siguientes, al finalizar todas las etapas inicia la etapa uno.

5.7.16 Ejemplo 16: Efecto quitar la tapa para despiece

Ilustración 152. Línea de tiempo para efecto de despiece



Fuente: Los Autores

Este es un efecto sencillo pero interesante, se da al poner sobre la animación de despiece una capa con la carcasa del aparato, esta carcasa es un botón con el siguiente código:

```
KP15.gotoAndStop(1);
KP15.buttonMode= true;
```

Esta porción de código fija la capa de la carcasa en el fotograma inicial y le asigna propiedades de botón.

```
VerCorte2.addEventListener(MouseEvent.CLICK,KP15_Parts8);  
function KP15_Parts8 (Event:MouseEvent):void{  
    KP15.play();  
    VerCorte2.visible=false;  
}
```

Al pulsar la capa se reproduce la animación en la que la carcasa desaparece ($\alpha=0$) y se muestra las partes interiores, también elimina el botón de zona activa *VerCorte2*.

5.7.17 Ejemplo 17: Menú principal. El menú principal contiene dos escenas, la primera es solo la animación de introducción y la segunda contiene la programación que carga el contenido:

```
function fl_ClickToLoadUnloadSWF_5(event:MouseEvent):void  
{  
    Control_flujo_2.visible=true;  
    ExpansionDirecta.enabled=false;  
    ExpansionDirecta.visible=false;  
    ExpansionDirecta_2.visible=true;  
    sistInundados.enabled=true;  
    sistInundados.visible=true;  
    sistInundados_2.visible=false;  
    valvulasAuxiliares.enabled=true;  
    valvulasAuxiliares.visible=true;  
    valvulasAuxiliares_2.visible=false;  
  
    if(fl_ToLoad_5)  
    {
```

```

        fl_ProLoader_5.unload();
        removeChild(fl_ProLoader_5);
        fl_ProLoader_5 = null;

        fl_ProLoader_5 = new ProLoader();
        fl_ProLoader_5.load(new URLRequest("Contenido/Contenido/Modulo
1 Valvulas/1 Sistemas Expansion Directa/Sistemas de expansion directa.swf"));
        addChild(fl_ProLoader_5);
        fl_ProLoader_5.x=posicionx;
        fl_ProLoader_5.y=posiciony;
    }
}

```

El primer bloque de la función garantiza que el escenario esté limpio, luego de esto si la variable es verdadera descarga el capítulo cargado, carga el contenido de la url y lo ajusta a las coordenadas dadas.

5.7.18 Ejemplo 18: Hacer click para detener todos los sonidos. A continuación se muestra el comando `SoundMixer.stopAll()`, el cual da la orden de silenciar todos los sonidos.

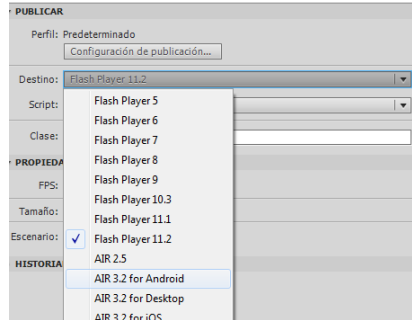
```
UIS.addEventListener(MouseEvent.CLICK, fl_ClickToStopAllSounds);
```

```
function fl_ClickToStopAllSounds(event:MouseEvent):void
{SoundMixer.stopAll();}
```

5.7.19 Ejemplo 19: Como exportar para Android. Luego de finalizar la elaboración del objeto de aprendizaje se abre el archivo editable principal, el cual carga dentro de él todo el contenido y se procede de la siguiente manera:

- Propiedades, Destino, AIR for Android:

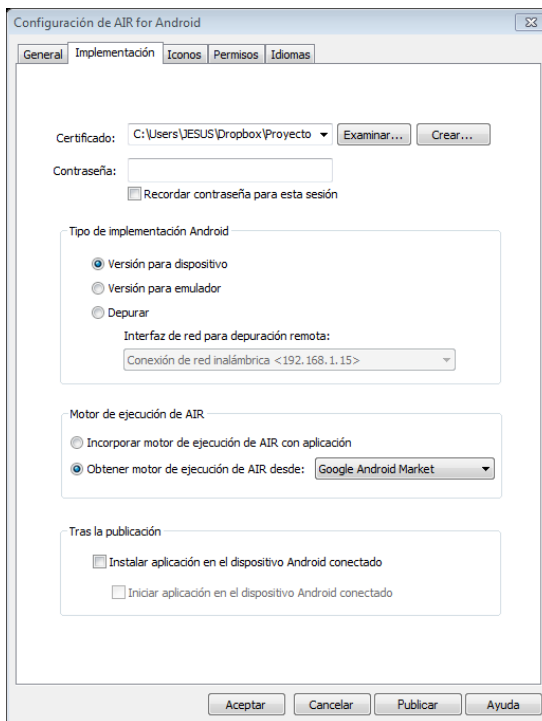
Ilustración 153. Opciones de publicación para Android.



Fuente: Los Autores

- Luego seleccione opciones de publicación y de click en publicar.
- En la ventana emergente seleccione el certificado digital, en caso de no contar con uno lo puede crear llenando unos datos sencillos.

Ilustración 154. Configuración de AIR para Android.



Fuente: Los Autores

- Verifique que esté seleccionado en “Modo de ejecución de AIR” la opción “Incorporar motor de ejecución AIR con aplicación”.
- En la pestaña “General” seleccione la carpeta donde incluyan todos los archivos necesarios, la aplicación incluye automáticamente los archivos contenidos en la carpeta donde se encuentra el .FLA que se está exportando.
- Puede incluir los logos de la aplicación en la pestaña “Iconos”.
- Seleccione los permisos que se asignarán a la aplicación como internet, cámara, etc.
- Ya puede publicar la aplicación, ésta tardará un poco de acuerdo al tamaño de los archivos que esté publicando, al finalizar tendrá un archivo .apk el cual es el instalador de la aplicación.

5.7.20 Ejemplo 20: Como instalar la aplicación en un dispositivo Android.

Para instalar la aplicación siga los siguientes pasos:

- Guarde el archivo .apk generado al publicar la aplicación en una memoria.
- Desde la memoria busque la ubicación del archivo y ejecútelo.
- Aparecerá un aviso: Instalación bloqueada, seleccione en el dispositivo la opción “Ajustes” o “Configuración”.
- En la opción de “Seguridad”, Administración de dispositivos seleccione la opción “permitir instalación de fuentes desconocidas”.
- Acepte el mensaje de advertencia.
- Acepte los permisos solicitados por la aplicación
- La instalación ha finalizado y aparecerá el logo de la aplicación, vuelva a la opción de seguridad y deseccione la opción “permitir instalación de fuentes desconocidas”.

Si tiene alguna inquietud puede ver el video de instalación paso a paso en:

<http://www.youtube.com/watch?v=HGSqG5RvyB4>

5.8 BIBLIOGRAFÍA RELACIONADA

- <http://www.cursosenhd.com/featured/curso-flash-professional-cs6-capitulo-1-introduccion/#.UWwmDMrOfi9>
- <http://www.cristalab.com/flash/iniciando-flash/>
- http://www.adobe.com/devnet/flash/articles/flash_key_concepts.html

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se elabora un software distribuido en 2 módulos con 6 capítulos que corresponden a 6 OA, los cuales contienen 20 simulaciones, 45 animaciones interactivas, 64 animaciones, 18 videos, 25 enlaces, 52 PDF's.
- Este software es un producto diseñado para ser empleado tanto en el programa de pregrado como en la futura especialización en Refrigeración industrial.
- El material se elaboró de manera modular, incluye el archivo "Frozen.swf", que se encarga de administrar todo el contenido; de modo que se puede agregar nuevos módulos de aprendizaje modificando solo este archivo, las instrucciones se encuentran disponibles en el Capítulo 5: Manual Para Desarrolladores.
- El contenido de cada capítulo está distribuido por escenas, de modo que permite actualizar el material modificando o anexando una nueva escena con contenido adicional del mismo tema sin afectar el funcionamiento del mismo.
- El menú principal busca despertar el interés de estudiantes sin proyecto de grado, ofreciendo la información necesaria para elaborar una herramienta multimedia.
- Se elaboró un completo manual con la información recopilada durante el desarrollo del proyecto contenido en el Capítulo 5: Manual Para Desarrolladores, esta información es accesible desde el menú principal en el botón "Futuros proyectos de grado" su contenido incluye:

- Características de un OA.
 - Factores esenciales en la producción de un OA
 - ¿Qué es flash?
 - ¿Por qué usar flash?
 - Descripción de la interfaz
 - ¿Cómo dibujar en flash?
 - Conceptos básicos
 - Tabla de operadores en flash
 - 20 Ejemplos de programación
 - Bibliografía relevante
- Con el fin de ampliar la funcionalidad de la herramienta se desarrollaron aplicaciones para Android, IOS y Windows, las cuales instalan el software en el dispositivo deseado, permitiendo su visualización sin importar el sistema operativo.
 - Para dar mayor accesibilidad cada capítulo posee sus propios metadatos, con el fin de ampliar las meta-palabras clave, mejorando la localización y recuperación de éstos archivos.
 - Al final de cada capítulo se presenta la autoevaluación con retroalimentación, que permite al estudiante afianzar los conocimientos adquiridos, evaluar su desempeño y autorregular su aprendizaje monitoreando sus avances o dificultades.
 - Se recomienda emplear el mismo tamaño (1100 x 900 pixeles), tipo de letra, formato, logo y gama de colores para agregar nuevos contenidos, estos están disponibles para su utilización en la carpeta principal.

- Se recomienda a la escuela de ingeniería mecánica adquirir la licencia del software Wondershare Quiz Creator, empleado para realizar las actividades de la herramienta, puesto que permite elaborar encuestas y cuestionarios con una variedad de formatos de pregunta-respuesta haciendo seguimiento de los resultados vía E-mail, LMS y Quiz Creator en línea.
- El material fue elaborado con el fin de dinamizar y complementar algunos temas particulares de la asignatura "Refrigeración y Aire acondicionado", su uso sin asesoría no certifica el grado de experiencia para desarrollar proyectos de ingeniería en este campo.

BIBLIOGRAFÍA

Atmosferis, Blog sobre ingeniería y demás temas accesorios. Soler, F. 2012. <http://www.atmosferis.com/2012/03/desescarche.html>

Catalá, G. (2008) Guía básica del frigorista. Madrid: Catainfri. Recuperado el 13 de Agosto de 2012 de <http://es.scribd.com/doc/48616177/Guia-Basica-del-Frigorista-2010>.

Danfoss, P. (2004). Automatización de instalaciones de refrigeración comerciales. Recuperado el 15 de Octubre de 2012, de <http://www.danfoss.com/>

Danfoss, P. (2007). Controles automáticos para sistemas de refrigeración industriales. Recuperado el 15 de marzo de 2013, de <http://www.danfoss.com/>.

Danfoss, P. (2007). Notas del instalador. Recuperado el 19 de Agosto de 2012, de http://www.danfoss.com/Latin_America_spanish/.

Danfoss, P. (2012). Componentes para aplicaciones de CO2 en refrigeración industrial. Recuperado el 15 de marzo de 2013, de <http://www.danfoss.com/>.

Danfoss, P. (2012). Controles de refrigeración compresores y unidades condensadoras. Recuperado el 15 de marzo de 2013, de <http://www.danfoss.com/>.

Danfoss, P. (2012). Core Industrial Products. Recuperado el 25 de febrero de 2013, de <http://www.danfoss.com/>.

Danfoss, P. (2012). Selección Rápida – controles de refrigeración, compresores y unidades condensadoras. Recuperado el Noviembre de marzo de 2012, de <http://www.danfoss.com/>.

Desescarches (2012). Recuperado 07, Noviembre de 2012, de <http://www.forofrio.sevillabt.com/files/Desescarche.pdf>

Duart, J. (2002). Aprender en la virtualidad. Barcelona: Gedisa.

Embraco (2010). Manual de aplicación de compresores. Recuperado el 15 de marzo de 2013, de <http://www.embraco.com/Default.aspx?tabid=161>

Estudio para el mecánico de refrigeración y aire acondicionado. (1998). Recuperado el 15 de marzo de 2013, de <http://refrinoticias.com/>

Metros, S. & Bennett, K. (2002). Learning Objects in Higher Education (19a. Ed). Colorado: Educause.

Ministerio de Educación Nacional Colombiano MEN (2006). Objetos Virtuales de Aprendizaje e Informativos. Recuperado el 6 de Junio de 2012, de Portal Colombia Aprende <http://www.colombiaprende.edu.co/>

New Media Consortium & Universidad Oberta de Catalunya (2008). Informe Horizon 2008. Recuperado el 10 de Junio de 2012, de <http://www.nmc.org/pdf/2008-Horizon-Report-es.pdf>.

Rapin P. J. & Jacquard P. (1999) Instalaciones Frigoríficas Tomo 2 .México: Alfaomega.

Rodríguez, J. Instalaciones frigoríficas. Recuperado 07, Noviembre de 2012, de http://agora.escoladeltreball.org/Members/jrodriguez/2wtmm-2xtmm-instal.lacions-frigorifiques/CFGM_Sistema_Inundado_Desescarches.pdf

Torela, E & Pizano, J (2009). Instalaciones frigoríficas, sistemas de desescarche. Recuperado el 25 de Marzo de 2013 de http://www.vpclima.upv.es/jmpinazo/index_archivos/Pdf/ArtiNac12.pdf

Whitman, B., Johnson, B., Tomczyk, J. & Silberstein, E. (2009). Refrigeration & air conditioning technology. New York: Cengage Learning.

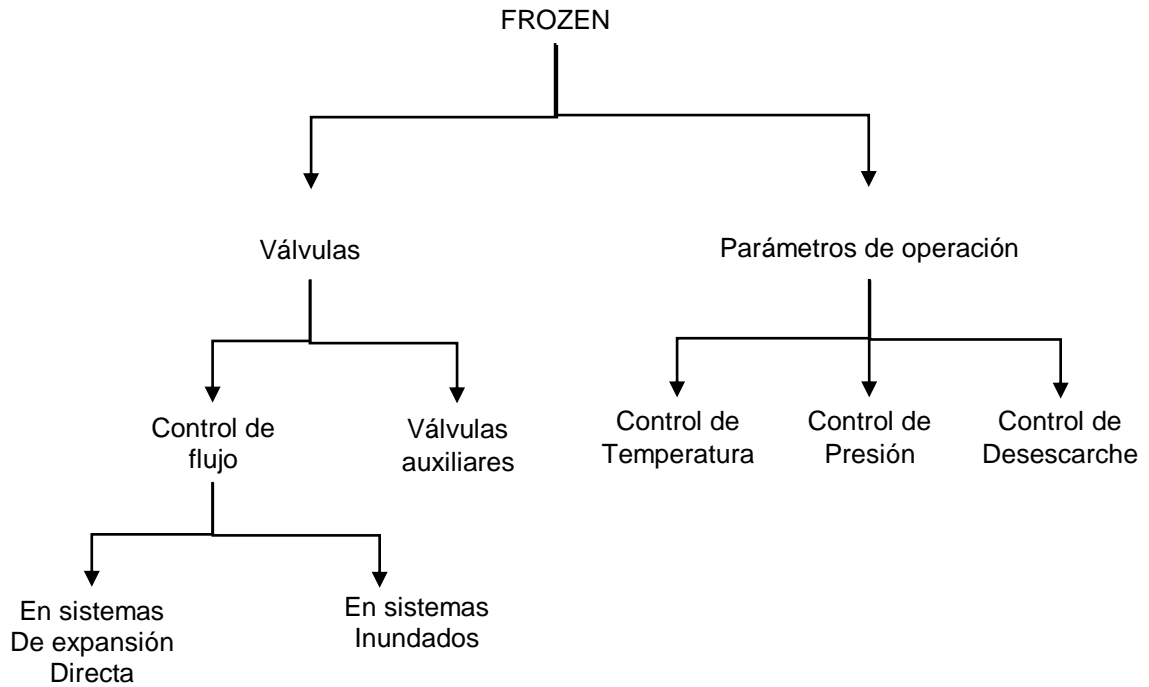
Trott, A. & Welch, T. (1999). Refrigeration & air conditioning (3a. Ed.).Oxford: Butterworth Heinemann.

ANEXO

ANEXO A. CONTENIDO DE AYUDA

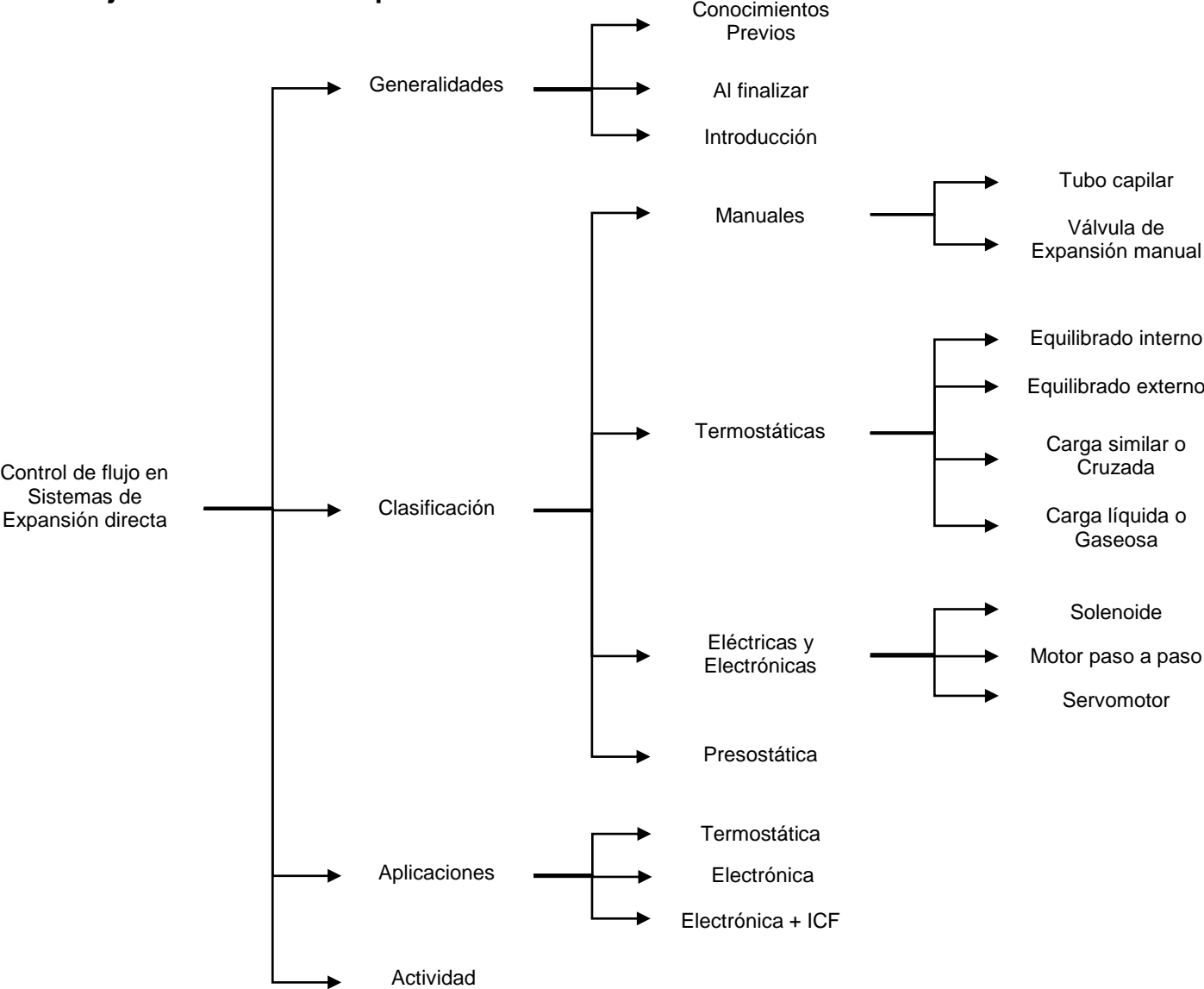
MAPA DEL SITIO

El menú principal permite acceder al contenido de cada capítulo, a continuación se muestra la distribución del contenido para cada capítulo.

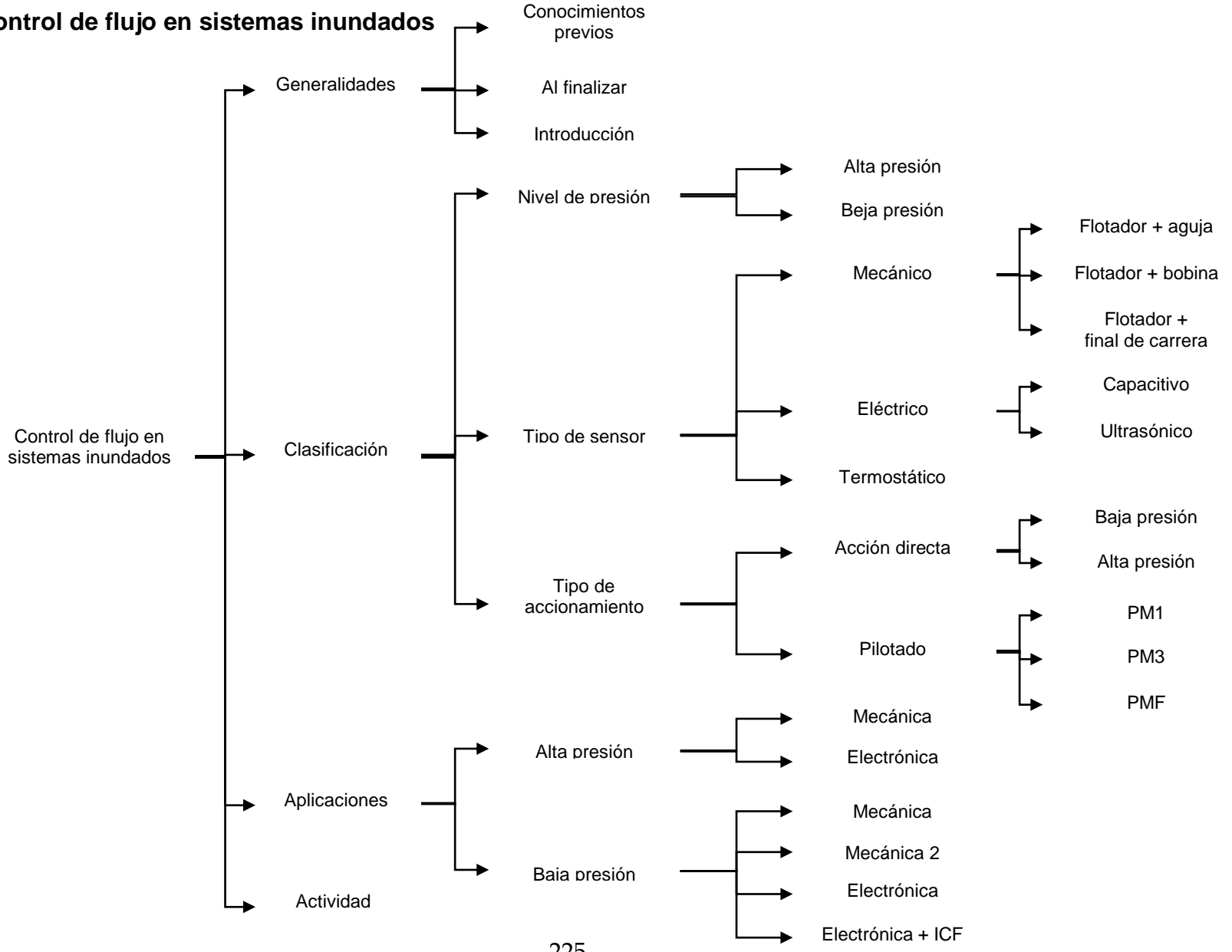


A demás el contenido de cada capítulo está distribuido en cuatro grandes grupos: Generalidades, Clasificación, Aplicaciones y Actividad; el contenido de cada capítulo se muestra a continuación.

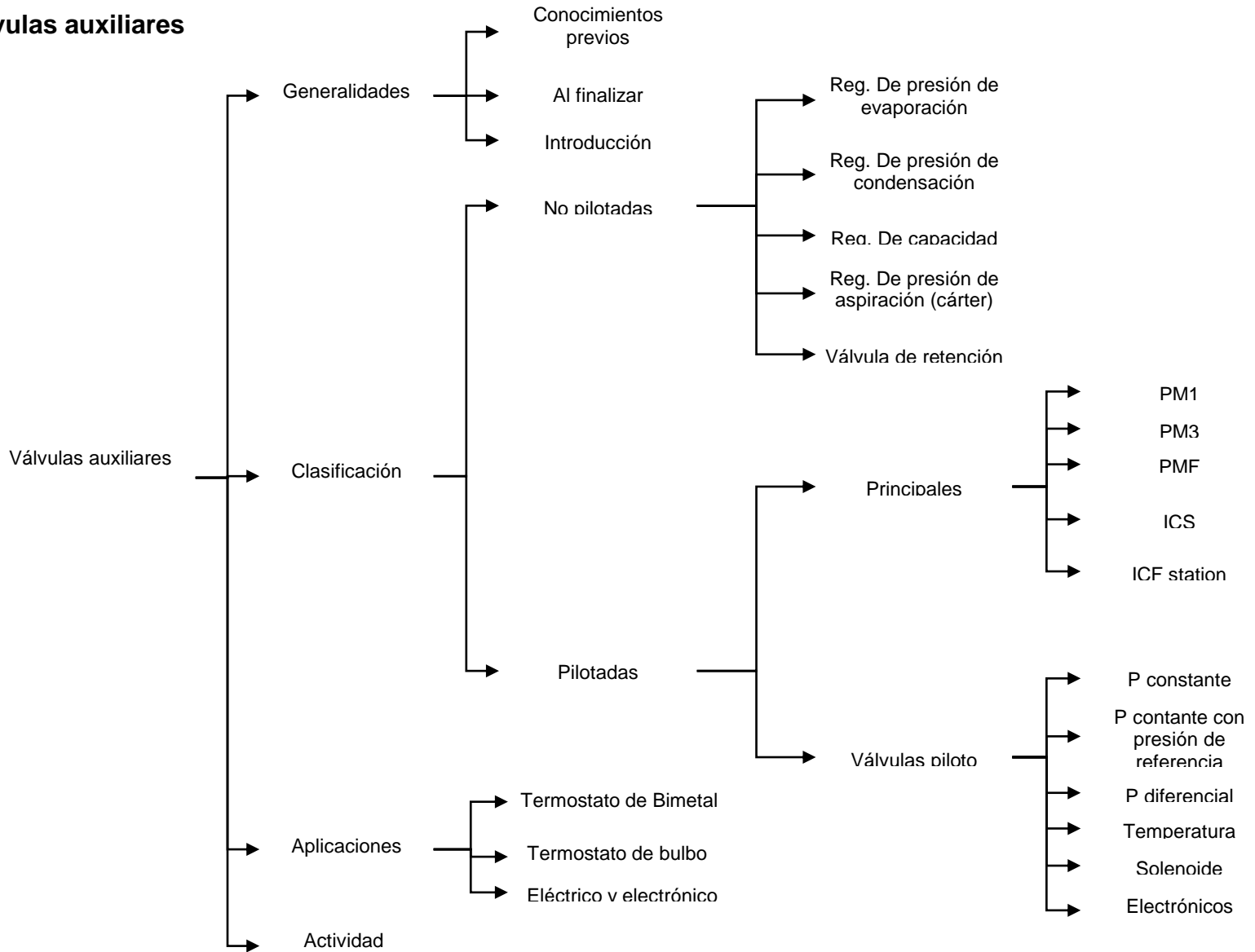
Control de flujo en sistemas de expansión directa



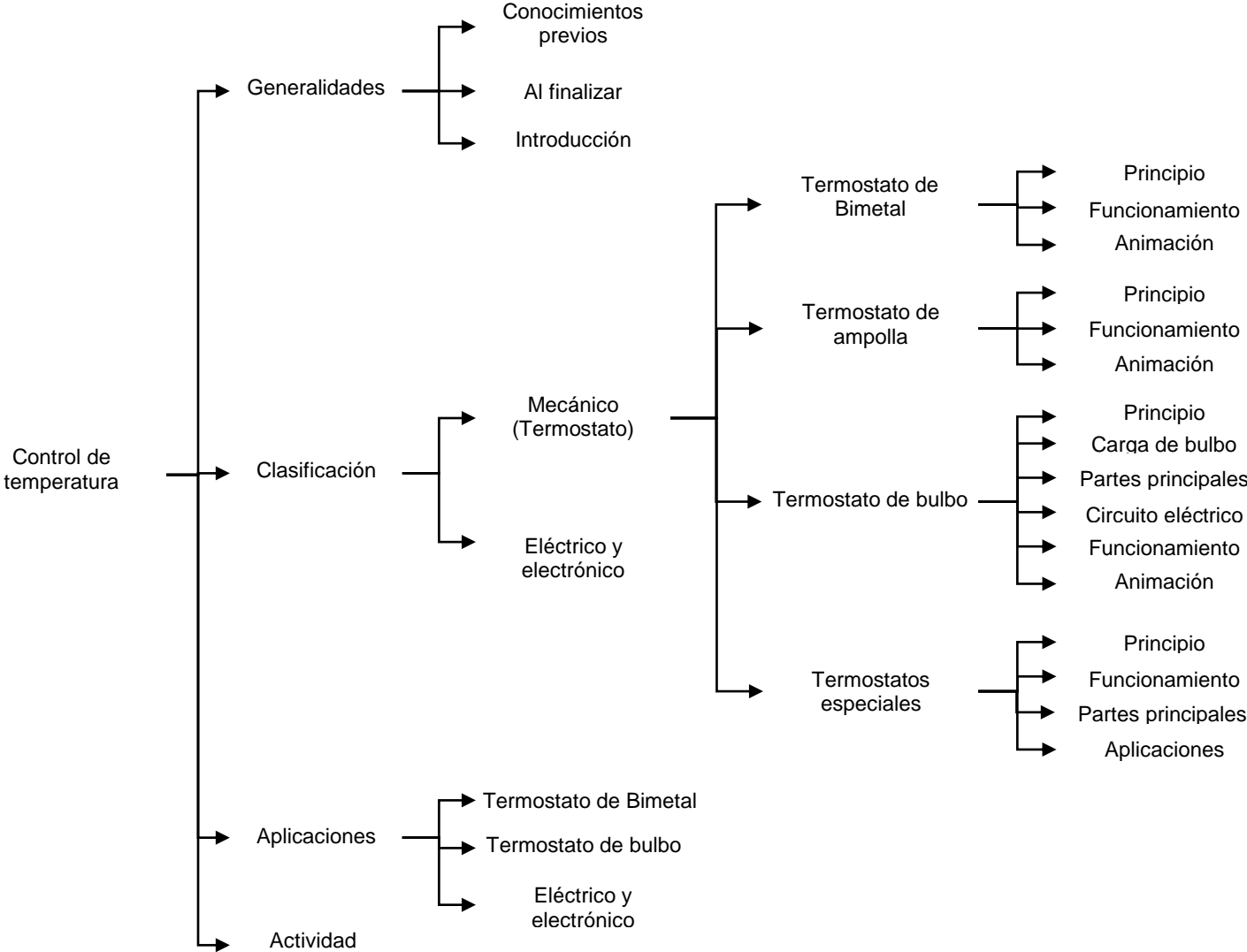
Control de flujo en sistemas inundados

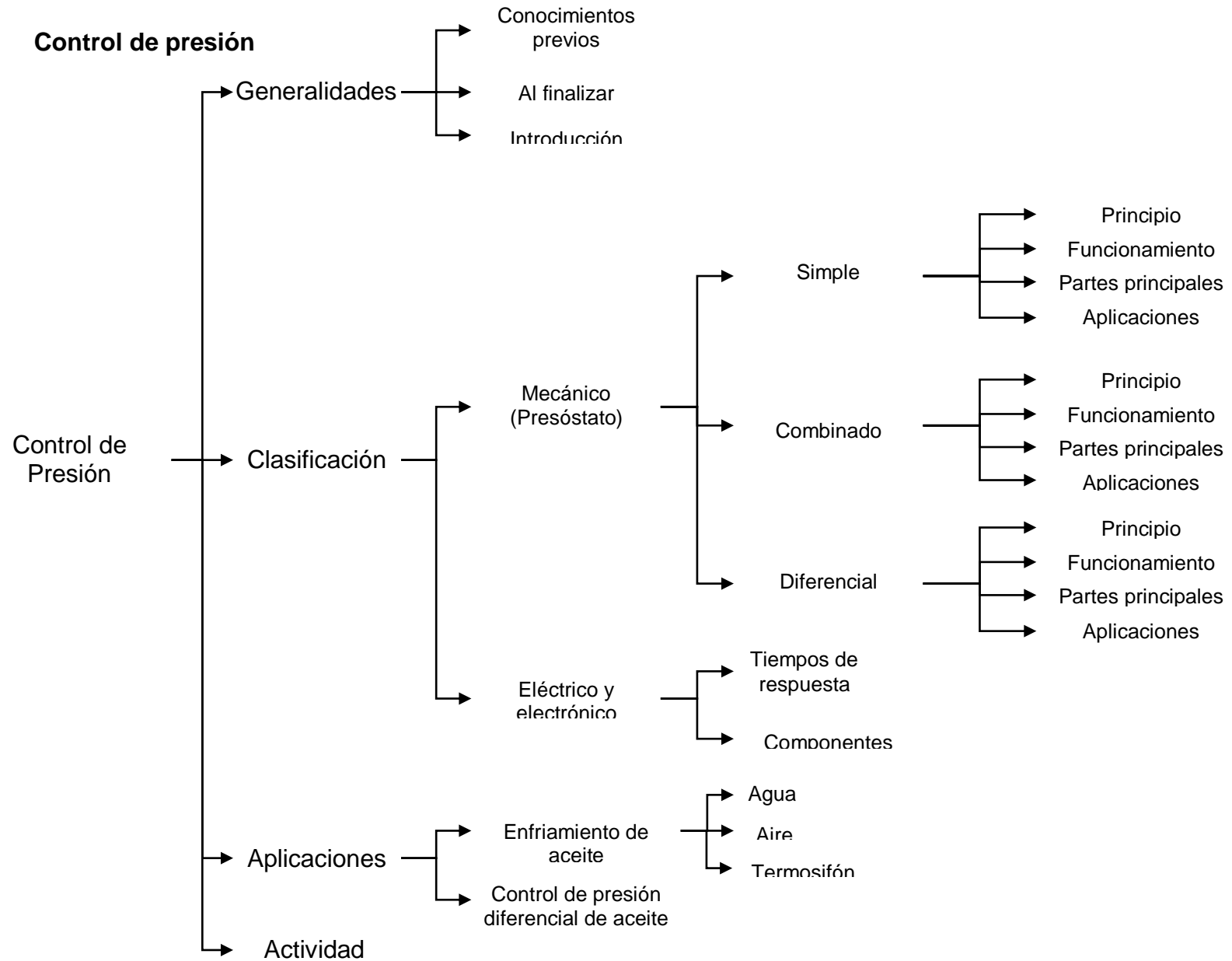


Válvulas auxiliares

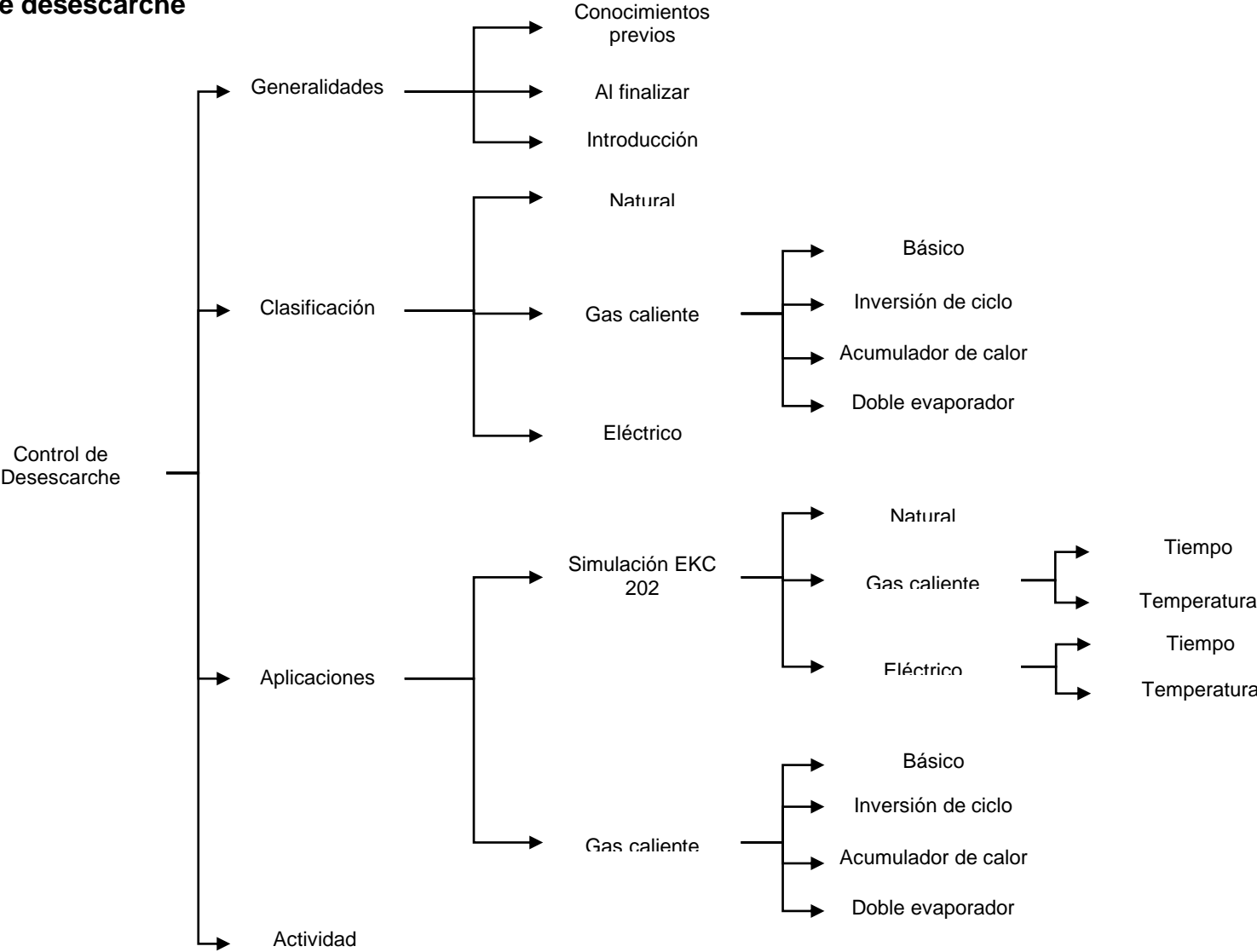


Control de temperatura





Control de desescarche



INTERFAZ

La interfaz del entrenador presenta un diseño llamativo, sencillo y funcional, bastante intuitivo para que la interacción con el usuario sea amigable. Sus componentes principales son:

Botón de inicio: Cuya función es descargar todo el contenido y ubicar al usuario en la pantalla de bienvenida de la herramienta.

Menú Principal: Ubicado en el lado izquierdo de la pantalla, permite ver los módulos en los que se divide el material y seleccionar un capítulo a estudiar.

Área de trabajo: Comprende gran parte del área de la herramienta, es el espacio destinado al contenido de cada capítulo, en ella encontrará en la parte superior la ubicación dentro del capítulo, el nombre del capítulo objeto de estudio y luego de esto las pestañas de la división principal de todos los capítulos: Generalidades, Clasificación, Aplicaciones y Actividad.

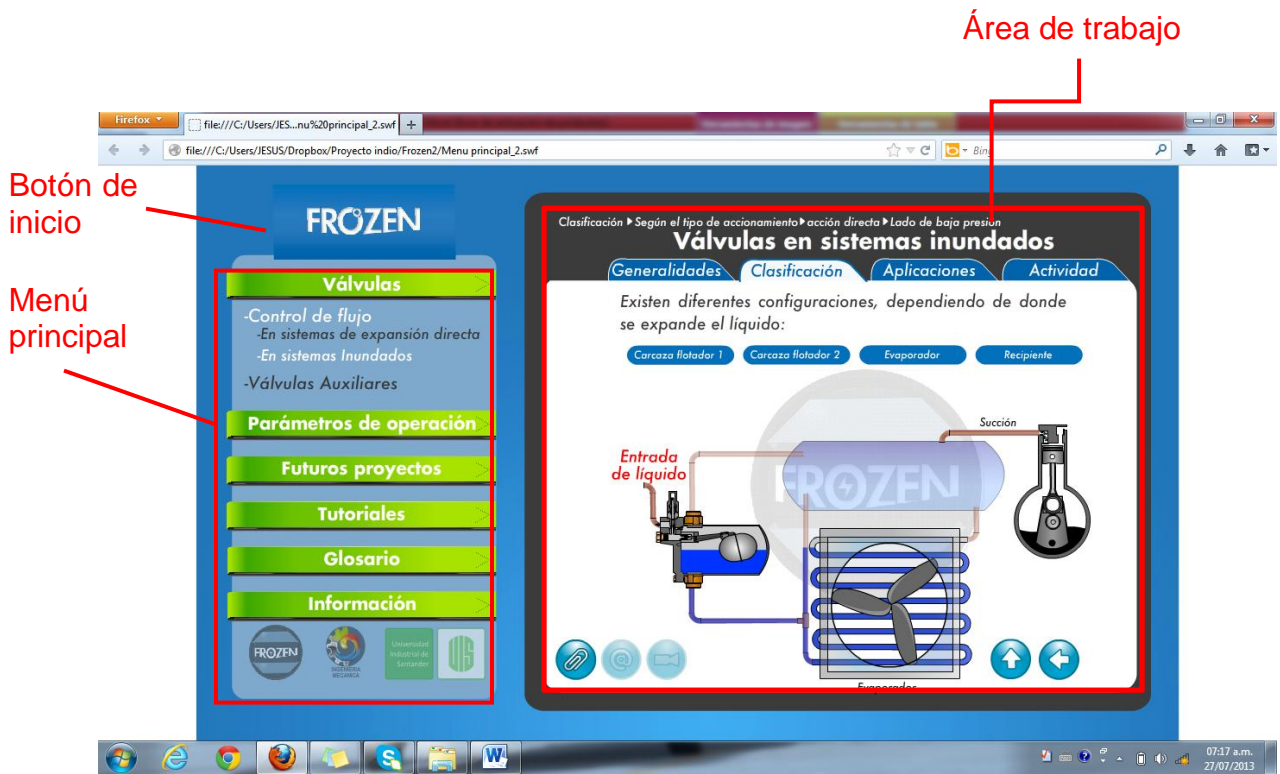
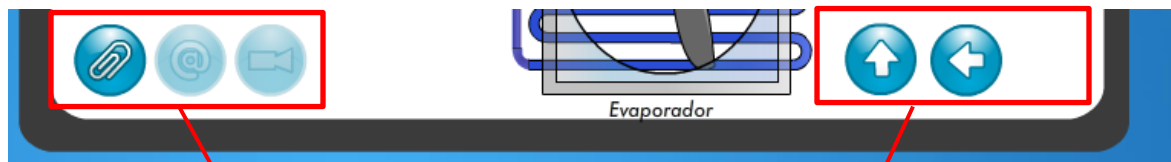


Ilustración 155. Interfaz FROZEN

BOTONES

Los botones principales son 6, ubicados en la parte inferior del área de trabajo, divididos a la izquierda los botones correspondientes al material de profundización (PDF, Vídeo y Enlaces de interés) y a la derecha los correspondientes a la navegación del material (Arriba, adelante y atrás).












Botones de profundización




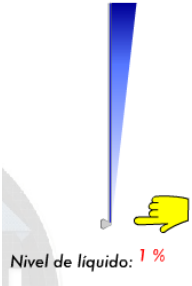
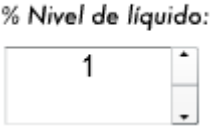
Botones de navegación

Ilustración 156. Distribución de los botones principales

La función del botón Arriba es regresar al usuario un nivel en la ruta de navegación de la herramienta, accediendo al material de nivel superior, los botones de adelante y atrás se emplean para recorrer la información del mismo nivel. Las acciones que realiza cada botón se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 6. Acciones realizadas por los botones.

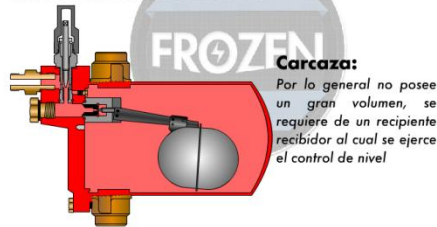
Símbolo	Nombre	Descripción
	Home	Descarga de la pantalla cualquier material cargado con anterioridad y conduce al usuario a la pantalla de bienvenida del entrenador.
	Información	Conduce al material en PDF con la descripción detallada del entrenador.
	Glosario	Accede a un glosario en PDF que contiene términos técnicos, fundamentales, una clasificación de los sistemas de refrigeración y un resumen de la simbología empleada en refrigeración.
	Tutoriales	Conduce a la información contenida en los tutoriales de ayuda de la herramienta.
	Futuros Proyectos	Conduce a información relevante para integrar nuevos proyectos de grado dentro de la herramienta FROZEN.
	Subir	Regresa al usuario al nivel superior en la información.
	Adelante – atrás	Permite navegar por los temas de cada capítulo de manera ordenada.
	Enlaces	Cambia de color para indicar que hay un enlace disponible.
	PDF	Accede a material en PDF, el cual puede ser catálogos de fabricantes o material de lectura para ampliar la

Símbolo	Nombre	Descripción
	Videos	Indica que hay un video disponible para afianzar los conocimientos.
	Botón de información	Indica que al hacer clic en él se abrirá información relevante respecto al tema indicado.
	Botón zoom	Indica que puedes hacer zoom empleando la rueda del mouse, y arrastrar el objeto según lo desees. Para continuar acércate al objeto e intenta moverlo por el escenario.
	Botón deslizable	Se emplea para variar características como presión, temperatura, nivel de refrigerante, etc. dentro de una simulación. Es necesario tener en cuenta que se debe arrastrar el botón triangular, que generalmente se encuentra en la posición inferior.
	Botón numérico paso a paso	Su función es similar al botón anterior, solo que se emplea para cambiar el valor de la variable un paso a la vez.

Al deslizar el mouse sobre los componentes de los elementos que son objeto de estudio se despliega una descripción del componente.

Accionamiento mecánico:

Consiste en un miembro boyante, el cual se encarga de medir el nivel en la recámara, dicho nivel está conectado a una válvula, la cual se abre o cierra con el propósito de admitir mayor o menor cantidad de refrigerante, de acuerdo a las necesidades del sistema.

**Ilustración 157. Opción de información adicional****CARPETA PRINCIPAL FROZEN**

A continuación se muestra el contenido que se encontrará al abrir la carpeta del software, ningún archivo debe ser alterado sin leer el "Manual para desarrolladores" en la pestaña de "Futuros proyectos" (ver pág. 163)

- **Carpeta Logos:** Contiene el logo de "Frozen" en diferentes tamaños.
- carpeta "Instaladores": Contiene los instaladores del software para Windows, IOS y Android.
- **Carpeta "Fuentes":** Contiene las fuentes empleadas en el software para ser utilizadas por los desarrolladores en la elaboración de nuevo contenido.
- **Instalar Fuentes.exe:** Es un pequeño archivo auto ejecutable el cual instala las fuentes de texto en la ruta C:\Windows\Fonts, en caso de que los textos luzcan descuadrados o se muestre el error "No hay fuentes instaladas" (ver PREGUNTAS FRECUENTES).
- **Carpeta "Contenido":** Es el archivo principal de la herramienta, contiene la información necesaria para que la herramienta funcione correctamente, incluye PDF's, cada capítulo desarrollado y las carpetas QUICES AS2 y TEXTOS. **Su nombre no debe ser cambiado**, debido a que ocasionaría problemas en la ejecución de la herramienta.

- **Carpeta Quices AS2:** Ésta carpeta contiene los quices de cada capítulo, éstos archivos no funcionarán de manera aislada.
- **Carpeta textos:** Contiene los textos de introducción que se muestran al entrar en un módulo en el menú principal, así como el texto de bienvenida.
- **Frozen.exe:** Es un archivo autoejecutable el cual se constituye en una pequeña guía para quien emplea la herramienta por primera vez y no dispone de tiempo para instalar el software en el computador.



Ilustración 158. Archivo autoejecutable de inicio

MENÚ PRINCIPAL

Ayuda a guiar al estudiante para seleccionar el capítulo deseado dentro del módulo correspondiente, siempre permanece visible para brindar al estudiante la posibilidad de acceder a todo el contenido de la herramienta así como al material de apoyo como tutoriales, información, glosario y la información para futuros proyectos de grado.

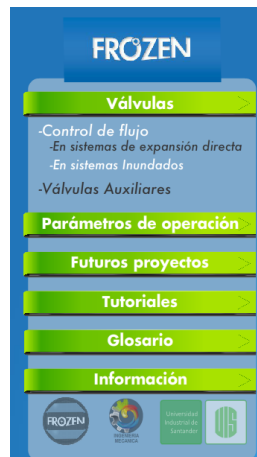


Ilustración 159. Menú principal desplegado

CONTENIDO

Luego de seleccionado el capítulo objeto de estudio el usuario accede a un menú de capítulo, el cual agrupa el contenido de éste en cuatro grandes partes:

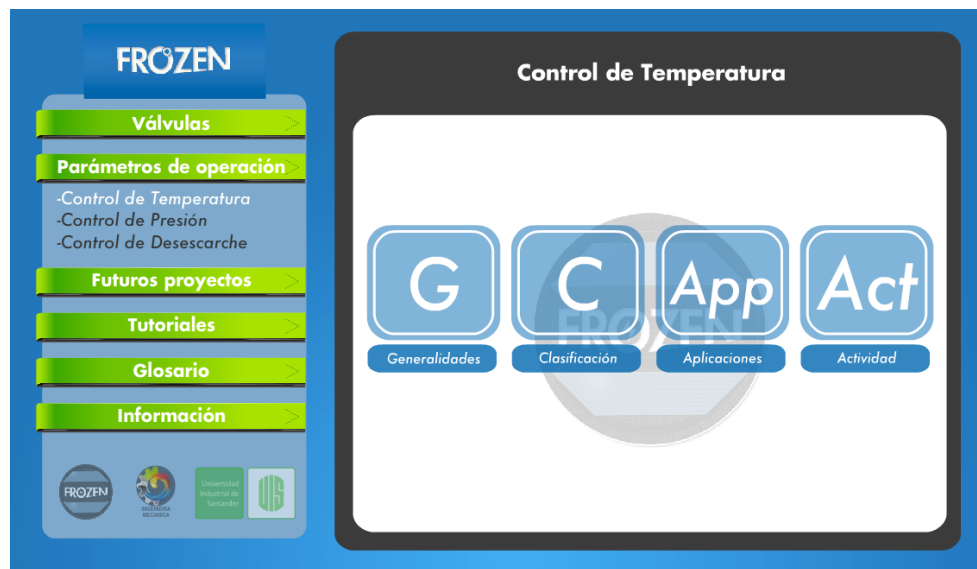


Ilustración 160. Menú de capítulo

Generalidades: Permite vislumbrar el contenido del capítulo al estudiante, de manera que relacione sus conocimientos previos con el contenido del capítulo a

realizar y los conocimientos ofrecidos en el capítulo. Presenta la siguiente estructura:

- **Conocimientos previos:** Busca dar una pauta de los conocimientos previos necesarios para comprender el contenido del capítulo a desarrollar, con el fin de garantizar un aprendizaje significativo.
- **Al finalizar:** Permite descubrir las competencias que se desarrollarán al llevar a cabo los elementos propuestos por la herramienta.
- **Introducción:** Ubica al estudiante dentro del contexto necesario, responde preguntas como ¿Qué es el elemento o proceso que se enseña? ¿Por qué se emplean ese tipo de elementos o procesos? ¿En qué categorías se pueden dividir?, etc. Según cada tema en particular.

Clasificación: Muestra los elementos o procesos descritos en la introducción de una manera detallada, incluyendo imágenes, planos, videos, PDF, animaciones y simulaciones. Permite profundizar en la información, siendo necesario pulsar el botón "Arriba" para regresar al contenido anterior.

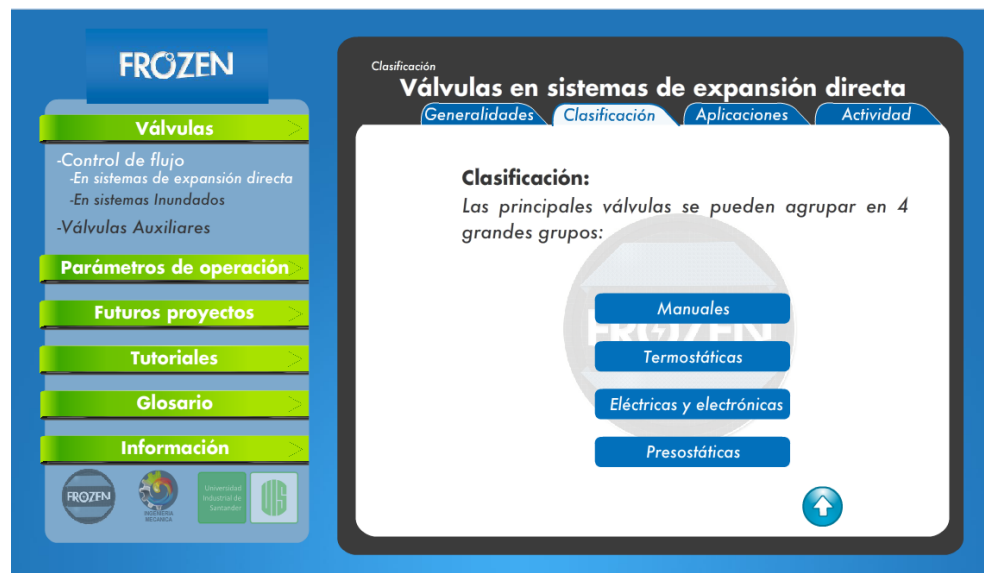


Ilustración 161. botón Clasificación

Aplicación: Muestra ejemplos de circuitos de refrigeración en los que se usan los elementos o procesos que son objeto de estudio.

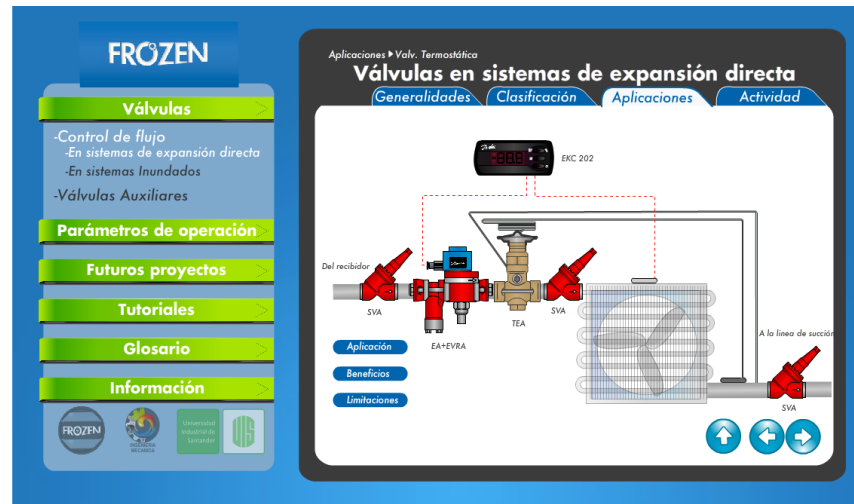


Ilustración 162. Botón clasificación

Actividad: Busca despertar la curiosidad del estudiante con contenidos interactivos con el fin de afianzar los conocimientos adquiridos previamente en la herramienta. De igual manera le permite evaluar su desempeño y autor regular su aprendizaje monitoreando los avances o dificultades en el proceso de aprendizaje

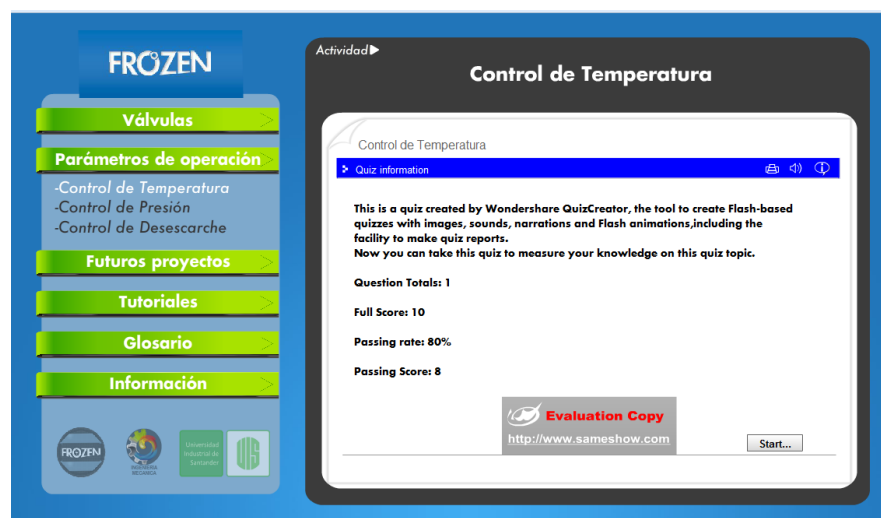


Ilustración 163. Botón actividad

PREGUNTAS FRECUENTES

¿Puedo comprar el material?

El material y los derechos han sido cedidos a la Universidad Industrial de Santander, por tanto comuníquese con la universidad para aclarar éste tipo de dudas al teléfono: (57) (7) 6344000 Bucaramanga – Colombia, o dirijase a la dirección: Cra 27 calle 9.

¿Puedo saltar la animación del inicio?

Si, oprima el botón inicio durante la presentación para adelantar la introducción.

Los botones de enlaces y videos no funcionan

Para visualizar los videos y acceder a la información disponible en enlaces de interés es necesario contar con una conexión a internet fiable, verifique que su conexión a internet esté habilitada, en caso de que se su conexión se encuentre bien instale la versión para Windows en. la carpeta "Instaladores"

Al oprimir los botones de PDF, enlaces y videos me abre el explorador.

Este contenido se abre en el explorador predeterminado en el computador en una nueva pestaña, para volver al contenido de FROZEN cierre la pestaña actual o seleccione la pestaña que indica "FROZEN".

Al salir de un capítulo permanecen los sonidos, ¿Qué debo hacer?

Puede que al salir abruptamente del contenido de un capítulo quede en reproducción un sonido sin posibilidad de ser detenido desde la interfaz de manera sencilla, cierre el explorador e ingrese nuevamente al software, esto detendrá los sonidos ejecutados.

¿En qué versiones se encuentra el material?

En la carpeta encontrará la versión para ejecutar sin necesidad de instalar en el computador, también encontrará los instaladores para Windows, IOS y Android.

¿Cómo Instalo la aplicación en Android?

Para instalar la aplicación siga los siguientes pasos:

- Guarde el archivo FROZEN.apk en una memoria.
- Desde la memoria busque la ubicación del archivo y ejecútelo.
- Aparecerá un aviso: Instalación bloqueada, seleccione en el dispositivo la opción “Ajustes” o “Configuración”.
- En la opción de “Seguridad”, Administración de dispositivos seleccione la opción “permitir instalación de fuentes desconocidas”.
- Acepte el mensaje de advertencia.
- Acepte los permisos solicitados por la aplicación
- La instalación ha finalizado y aparecerá el logo de la aplicación, vuelva a la opción de seguridad y deseccione la opción “permitir instalación de fuentes desconocidas”.

Si tiene alguna inquietud puede ver el video de instalación paso a paso en:

<http://www.youtube.com/watch?v=HGSqG5RvyB4>

El texto luce descuadrado, ¿A qué se debe?

Es posible que no tenga instaladas las fuentes en las que se creó la herramienta, ejecute el archivo “Instalar fuentes” si su sistema operativo está instalado en C, de lo contrario copie los archivos de la carpeta “Fuentes” y péguelos en la ruta de la carpeta fuentes.

También puede instalar la aplicación en su computador para una mejor visualización.

Puedo añadir contenido al entrenador, ¿Qué debo hacer?

Añadir contenido es muy simple, consulte el material de apoyo en el menú principal, haciendo click en el botón “Futuros proyecto de grado”.

Deseo utilizar sólo un capítulo, ¿Qué consecuencias tiene?

La estructura del entrenador permite emplear parte del contenido afectando solo la funcionalidad de los botones: Home, créditos, glosario y PDF. debido a que éstos enlazan contenido de niveles superiores, tenga en cuenta que debe copiar todo el contenido de la carpeta y no solo el archivo .SWF.

Sin embargo, los archivos en PDF se pueden abrir manualmente desde la carpeta "Info PDF" contenida dentro de la carpeta de cada capítulo

Deseo utilizar el material, ¿Qué consecuencias tiene?

Para resolver este tipo de inquietudes comuníquese con la Universidad Industrial de Santander al teléfono: (57) (7) 6344000 Bucaramanga – Colombia, o diríjase a la dirección: Cra 27 calle 9.

El botón de enlaces no funciona

El software ha sido desarrollado en su totalidad en Mozilla Fireworks, es posible que su visualización en otros exploradores genere algunos conflictos. Por tanto se recomienda emplear la versión para Windows en la carpeta "Instaladores" .

Si tengo problemas de visualización con Flash Player, ¿qué debería hacer?

Si tiene problemas de visualización con Flash Player, como una calidad de imagen pobre o tiempos de visualización lentos, desactive la aceleración de hardware en el panel Visualización. Para mayor información visite el enlace de ayuda de Adobe Flash Player:

http://www.macromedia.com/support/documentation/es/flashplayer/help/settings_manager.html

¿Puedo saltar la animación del inicio?

Si, oprima el botón inicio durante la presentación para adelantar la introducción.