

**OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LA CONSOLA DE CORRIENTE  
ALTERNA DEL LABORATORIO DE ALTA TENSIÓN PARA MEJORAR LA  
SEGURIDAD**

**JUAN CAMILO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ**

**ANDRÉS FABIÁN TORRES RICAURTE**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA**

**2016**

**OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LA CONSOLA DE CORRIENTE  
ALTERNA DEL LABORATORIO DE ALTA TENSIÓN PARA MEJORAR LA  
SEGURIDAD**

**JUAN CAMILO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ  
ANDRÉS FABIÁN TORRES RICAURTE**

**Trabajo de Grado para optar por el título de  
Ingeniero Electricista**

**Director  
JULIO CÉSAR CHACÓN VELAZCO  
Ingeniero Electricista- Magíster en Potencia Eléctrica**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA**

**2016**

## DEDICATORIA

Primeramente a Dios que me ha acompañado y dado fuerza durante todo este tiempo.

A mi mama, que siempre me apoyo en todo este proceso, que con su ejemplo, esfuerzo y motivación pude salir adelante.

A mi hermanito, fuente de inspiración en las duros momentos y motor para salir adelante.

A mi abuelita y a mi familia que de una u otra manera me apoyaron en este gran logro.

A mi Abuelito, que aunque ya no esté con nosotros, siempre creyó en mí.

A Manuel que siempre ha sido un apoyo incondicional en todo este proceso de formación.

A mis amigos Juancho, Jorge, Chuti y a Jackson que siempre estuvieron conmigo en los duros momentos que uno vive en la universidad.

A Juan Camilo, mi compañero de luchas en casi todos los proyectos de la universidad incluido este trabajo.

Al profesor Julio Cesar Chacón por su colaboración, paciencia y asesoría en la elaboración de este proyecto.

A mis compañeros de la universidad con los que compartí buenos y malos momentos y que hicieron parte de este proceso.

*Andres Torres*

## DEDICATORIA

A Dios, mis Papás, mis Hermanas, mi Familia y mis amigos, este triunfo no es solo mío, es de todos ustedes.

A mi Mamá, Ana y mi Papá, Juan, por siempre confiar en mí, aun cuando yo no me creía capaz, su voz siempre fue mi aliento y su ejemplo la luz que alumbro mi camino para salir siempre adelante.

A mis Hermanas Nelly y Angela, que con su cariño me hicieron sentir el más afortunado.

A mi Abuelita Elvia, por tenerme siempre en sus oraciones.

A Andres, mi compañero de proyecto, por entenderme.

A mi Familia y amigos, que siempre estuvieron conmigo de una u otro forma, todos esos buenos momentos fueron mi apoyo durante estos años.

**Juan Camilo**

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	14
1. QUÉ ES LA CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA Y OPERACIÓN .....	16
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA CONSOLA.....	16
1.2 ENSAYOS QUE SE REALIZAN EN CORRIENTE ALTERNA EN EL LABORATORIO DE ALTA TENSIÓN .....	18
1.3 EQUIPO DE PRUEBAS DE CORRIENTE ALTERNA DEL LABORATORIO DE ALTA TENSION .....	19
1.3.1 Transformador elevador .....	19
1.3.2 Divisor óhmico .....	20
1.3.3 Consola de corriente alterna .....	21
1.3.3.1 Circuito de potencia .....	21
1.3.3.2 Circuito de control.....	26
1.4 COMO OPERAR LA CONSOLA .....	35
2. ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO DE LA CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA .....	37
2.1 CIRCUITO DE POTENCIA.....	37
2.2 CIRCUITO DE CONTROL.....	40
2.2.1 Señal al circuito de potencia.....	42
2.2.2 Circuito tranca puerta .....	46
2.2.2.1 Accionamiento del circuito tranca puerta .....	50
2.3 PLANO DEL ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO ACTUAL DE LA CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA .....	51

3. SEGURIDAD EN LA CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA .....	53
3.1 LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO: CIRCUITO QUE EXISTÍA EN LA CONSOLA .....	53
3.2 ACCIONES DE SEGURIDAD APLICADAS A LA CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA.....	57
3.2.1 Cambio de cableado.....	57
3.2.2 Arreglo del circuito tranca puerta.....	62
3.2.3 Control de sobrecorriente en la consola.....	65
3.2.3.1 Problema que presentaba la protección contra sobrecorrientes .....	65
3.2.3.2 Relé de control de corriente .....	67
3.2.3.3 Acciones corregidas .....	71
3.2.3.4 Protocolo de maniobras.....	75
3.2.3.5 Otra opción de relé .....	76
4. CONCLUSIONES .....	77
5. RECOMENDACIONES.....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	81
ANEXOS .....	83

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Consola de corriente alterna .....	17
Figura 2. Transformador elevador .....	19
Figura 3. Esquema del divisor óhmico .....	20
Figura 4. Autotransformador .....	21
Figura 5. Taps del autotransformador .....	22
Figura 6. Esquema de conexión del transformador (T2) con el autotransformador (T1) ...	22
Figura 7. Transformador T2 .....	23
Figura 8. Taps del transformador T2 .....	23
Figura 9. Transformador de corriente .....	24
Figura 10. Metrosil .....	24
Figura 11. Interruptor principal.....	25
Figura 12. Fusibles.....	27
Figura 13. Microswitch .....	27
Figura 14. Inicio de carrera abierto.....	28
Figura 15. Inicio de carrera cerrado (manivela en cero volts).....	28
Figura 16. Interruptor de alta tensión .....	29
Figura 17. Interruptor de bloqueo puerta.....	30
Figura 18. Manivela desplazadora .....	31
Figura 19. Contactador principal.....	32
Figura 20. Contactador auxiliar.....	33
Figura 21. Relé de control de corriente .....	34
Figura 22. Amperímetro .....	35
Figura 23. Plano de planta del laboratorio de alta tensión.....	36
Figura 24. Circuito de potencia.....	38
Figura 25. Circuito de control.....	41
Figura 26. Bobina del contactador auxiliar lista para energizar .....	42
Figura 27. Alimentación del contactador principal.....	43

Figura 28. Sistema tranca puerta .....	47
Figura 29. Accionamiento de la palanca .....	48
Figura 30. Derivación al contactor de impulsos .....	50
Figura 31. Accionamiento eléctrico de la consola de corriente alterna .....	52
Figura 32. Accionamiento eléctrico antiguo de la consola.....	55
Figura 33. Evidencia del cableado .....	56
Figura 34. Corto que existía en la bornera.....	56
Figura 35. Consola de corriente alterna antes del cambio de cableado .....	58
Figura 36. Estado de algunos de los conductores antes del cambio de cableado .....	58
Figura 37. Consola de corriente alterna después del cambio de cableado .....	59
Figura 38. Calibres de conductores admitidos en el relé de corriente .....	60
Figura 39. Marcación de los conductores .....	61
Figura 40. Organización y limpieza de los conductores que van a los taps.....	61
Figura 41. Corto que existía en la bornera de la tranca puerta .....	62
Figura 42. Bornera sin corto .....	64
Figura 43. Microswitch conectado correctamente.....	64
Figura 44. Interruptor de alta tensión .....	65
Figura 45. Conexiones del interruptor de alta tensión .....	66
Figura 46. Aspecto físico del relé .....	68
Figura 47. Circuito esquemático del relé .....	68
Figura 48. Operación del relé de corriente.....	69
Figura 49. Operación de los contactos del relé.....	70
Figura 50. Instalación de la bobina del relé de corriente .....	71
Figura 51. Inclusión del contacto cerrado del relé de corriente .....	72
Figura 52. Sensor de corriente de forma grafica.....	72
Figura 53. Cable pasando por el sensor del relé de corriente.....	73
Figura 54. Corriente a la que disparaba el interruptor .....	74
Figura 55. Potenciómetro que permite seleccionar el valor de corriente de corto .....	74

## LISTA DE ANEXOS

pág.

<b>ANEXO A</b> RELÉ DE CONTROL DE CORRIENTE RM17JC00MW .....	83
<b>ANEXO B</b> RELÉ DE CONTROL DE CORRIENTE RM35 JA.....	92
<b>ANEXO C</b> PLANO CON MARCAS DEL ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO DE LA CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA .....	99

## RESUMEN

**TÍTULO:** OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LA CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA DEL LABORATORIO DE ALTA TENSIÓN PARA MEJORAR LA SEGURIDAD\*

**AUTORES:** JUAN CAMILO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ  
ANDRÉS FABIÁN TORRES RICAURTE\*\*

**PALABRAS CLAVE:** ALTA TENSIÓN, OPTIMIZACIÓN, CONSOLA, LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO, SEGURIDAD.

### DESCRIPCIÓN:

En el presente trabajo de grado, se muestran los resultados obtenidos al optimizar el funcionamiento de la consola de corriente alterna del Laboratorio de Alta Tensión para mejorar su seguridad. Durante años este laboratorio ha sido un elemento importante para el desarrollo de la región y el país, generando beneficio científico, económico y académico, permitiendo la realización de ensayos y pruebas especializadas a diferentes equipos y elementos que hacen parte del sector eléctrico; del mismo modo permitiendo que los estudiantes que toman la asignatura de alta tensión puedan aplicar y entender la teoría vista en clase.

Este trabajo comprende la descripción y operación de la consola de corriente alterna, las pruebas que se pueden realizar con ella y los elementos con los que está constituida, también contiene el levantamiento eléctrico del circuito de control y potencia, la selección e implementación de un sistema de protección que garantiza una operación segura en la realización de pruebas en corriente alterna, de igual forma se realiza un protocolo de maniobras para estimar la vida útil del dispositivo de protección. Igualmente se hace la identificación y corrección de anomalías, que estaban atentando contra la seguridad del personal que ópera la consola. Además, se realizó la identificación, etiquetado y cableado del accionamiento eléctrico de la consola, para identificar como están conectados cada uno de los elementos que la conforman y así facilitar mantenimientos futuros.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Julio César Chacón Velasco, Ingeniero Electricista. MPE

## ABSTRACT

**TITLE:** OPTIMIZATION OF THE OPERATION OF THE CONSOLE AC HIGH POWER VOLTAGE LABORATORY TO IMPROVE SAFETY\*

**AUTHORS:** JUAN CAMILO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ  
ANDRÉS FABIÁN TORRES RICAURTE\*\*

**KEYWORDS:** High voltage, optimization, console, electric lift, security.

### DESCRIPTION:

In this degree work, the results obtained are shown by optimizing of the operation of the console AC High Voltage Laboratory to improve safety. For years this laboratory has been an element important for the development of the region and the country, generating scientific, economic and academic benefit, allowing the practice test and specialized testing equipment and different elements that are part of the electricity sector; likewise allowing students taking the course can apply high voltage and understand the theory class view.

This work includes the description and operation of the console alternating current, the tests that can be performed with it and the elements with which it is made, it also contains the electric lifting control circuit and power, the selection and implementation of a system protection that ensures safe operation in testing alternating current, similarly maneuvers the protocol is performed to estimate the lifetime of the protective device. Similarly, the identification and correction of anomalies that were attacking security personnel operating the console is made. In addition, identification, labeling and wiring of the electric drive of the console is performed to identify how they are connected each of the elements that constitute and facilitate future maintenance.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Julio César Chacón Velasco, Ingeniero Electricista. MPE

## INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Alta Tensión (LAT) de la Universidad Industrial de Santander durante años ha sido un elemento importante en el desarrollo de la región y el país, generando beneficio científico, económico y académico, pues es parte importante en la realización de ensayos y pruebas especializadas a diferentes equipos y elementos que hacen parte del sector eléctrico colombiano. Del mismo modo el laboratorio permite que los estudiantes que toman la asignatura de Alta tensión, puedan aplicar y entender la teoría vista en clase.

El objetivo de este proyecto es optimizar la operación de la consola de corriente alterna del LAT para mejorar la seguridad en las operaciones y la del personal que la opera.

La consola de corriente alterna con que cuenta el laboratorio de alta tensión es un equipo que tiene varios años de uso, por lo tanto algunos de sus elementos no funcionan correctamente y como bien se sabe la seguridad en cualquier proceso es de vital importancia, tanto para las personas como los equipos.

La organización de este documento se presenta a continuación, en el capítulo 1 se describirá el funcionamiento y operación de la consola, las pruebas que se pueden realizar con ella, los elementos con los que está constituida y también como operarla.

En el capítulo 2 se hablará del accionamiento eléctrico con el que cuenta actualmente la consola, el cual se puede dividir en tres partes, el circuito de potencia, el de control y finalmente el de la tranca puerta que hace parte del de control; agrupados estos tres circuitos forman una lógica cableada y hacen el control de la consola.

Por último en el capítulo 3 se describirán todas las condiciones de seguridad que se estaban violando en la consola y las acciones que se toman para corregir dichos errores. Para esto se muestra el levantamiento eléctrico que se hace en primer momento, donde se indican los errores y por último se detallan las acciones que se realizan para mejorar la seguridad de la consola.

## **1. QUÉ ES LA CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA Y OPERACIÓN**

En este capítulo se describirá el funcionamiento y operación de la consola, las pruebas que se pueden realizar con esta, los elementos con los que está constituida y también como operarla.

### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA CONSOLA**

La consola de corriente alterna del laboratorio de alta tensión (LAT) de la UIS, consta de una serie de aparatos los cuales permiten poder controlar el lado primario del transformador de alta tensión para ejecutar pruebas con tensión a frecuencia industrial. Aplica corriente alterna de 60 Hz a diversos objetos de prueba como transformadores, aisladores, seccionadores, pararrayos y todos aquellos que tengan un aislamiento en el sistema eléctrico de alta tensión. Lo que se busca es probar la resistencia del aislamiento aplicándole tensión.

Se pueden realizar dos tipos de pruebas:

- Aplicaciones de soporte: son pruebas de resistencia donde se aplica tensión al elemento y se espera que su aislamiento no pierda sus propiedades, en otras palabras la tensión máxima que puede soportar.
- Aplicaciones de falla: el propósito es buscar la tensión que deteriora el aislamiento del dispositivo. Al elemento a probar se le aplica tensión hasta que flamee.

En las primeras se hacen cálculos para establecer la tensión que se va a aplicar al dispositivo de prueba y se verifica que estos valores cumplan con los establecidos en las normas. En las segundas se aplica tensión hasta llegar al punto donde el elemento de prueba produzca un flameo, por lo tanto una corriente de corto a través de este que tiene que ser despejada por los elementos de protección de la consola.

Figura 1. Consola de corriente alterna



Los mecanismos que se maniobran desde la consola son los siguientes:

1. Interruptor principal
2. Interruptor de bloqueo puerta
3. Interruptor de alta tensión
4. Manivela desplazadora

Cada uno de estos elementos se explicará más adelante, describiendo su funcionamiento y operación, también se explicarán cada uno de los instrumentos de control.

## **1.2 ENSAYOS QUE SE REALIZAN EN CORRIENTE ALTERNA EN EL LABORATORIO DE ALTA TENSIÓN**

Todos los ensayos que se realizan con la unidad corriente alterna son a frecuencia industrial. Se pueden ejecutar pruebas especializadas a diferentes equipos y elementos que tengan un aislamiento en el sistema eléctrico de alta tensión. Del mismo modo el LAT permite que los estudiantes que toman la asignatura de Alta tensión, puedan aplicar y entender la teoría vista en clase.

A continuación se nombran algunas de las pruebas que se pueden ejecutar con la consola de corriente alterna. Para tener más información se recomienda revisar el “Manual de laboratorio de alta tensión”<sup>1</sup>, el cual brinda una guía más completa y detallada de todos los ensayos que se pueden realizar.

- Ensayo de aislamiento.
- Ensayo de efecto corona.
- Ensayo de radiointerferencia (RIV).
- Ensayo de dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS).
- Tensión de cebado de corriente alterna para DPS de carburo de silicio.

---

<sup>1</sup> RUGELES J., Julio y CHACÓN VELASCO, Julio César. Laboratorio de Alta Tensión. Manual de Practicas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.

### 1.3 EQUIPO DE PRUEBAS DE CORRIENTE ALTERNA DEL LABORATORIO DE ALTA TENSION

El equipo de pruebas de corriente alterna es un conjunto de aparatos que permiten realizar las pruebas descritas anteriormente, está conformado por:

**1.3.1 Transformador elevador.** Este transformador permite realizar pruebas a equipos a frecuencia industrial.

Las siguientes son las características principales de este transformador:

- Marca: Foster
- Tipo: Tanque
- Tensión nominal en el primario: 500 [V]
- Tensión nominal en el secundario: 300 [kV]
- Relación de transformación: 1/600
- Potencia: 20 [kVA]
- Corriente máximo primario: 40 [A]
- Corriente máximo secundario: 67 [mA]

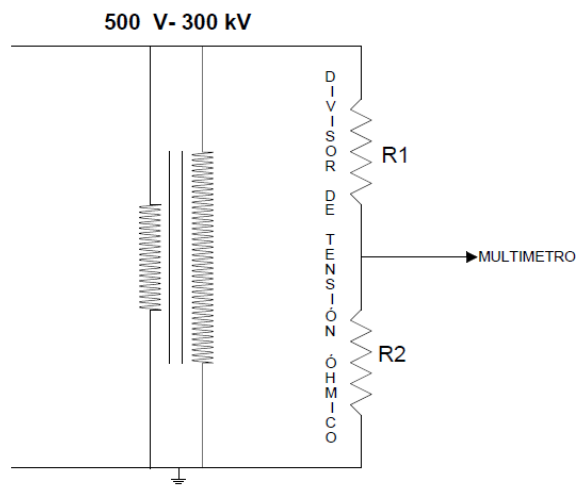
Figura 2. Transformador elevador



El transformador está diseñado para un ciclo de servicio de una hora encendido y una hora apagado.

**1.3.2 Divisor óhmico.** Básicamente es una columna resistiva que mediante un divisor de tensión, permite calcular indirectamente la tensión en el lado de alta tensión del transformador elevador.

Figura 3. Esquema del divisor óhmico



Su resistencia está dividida en dos partes, la resistencia R1 que es la resistencia de alta tensión, y la resistencia R2 la resistencia de baja tensión, las cuales están conectadas en serie:

$$R1:300 \pm 10\% [M\Omega]$$

$$R2:350 \pm 2\% [k\Omega]$$

Con el paso del tiempo las resistencias han cambiado sus valores nominales por lo que se ha tenido que estimar una nueva la relación para el divisor, con el fin de poder medir la tensión en el lado de alta del transformador. El divisor óhmico tiene una relación calibrada igual a 1055/1.

**1.3.3 Consola de corriente alterna.** Consta de una serie de aparatos los cuales permiten poder controlar el lado primario del transformador de alta tensión para ejecutar pruebas con tensión a frecuencia industrial. Los aparatos se dividen en dos circuitos.

**1.3.3.1 Circuito de potencia.** Es el encargado de manejar la corriente que pasa a través del transformador elevador de alta tensión.

- **Autotransformador T1 – transformador T2**<sup>2</sup>

- **Autotransformador T1.** Este autotransformador tiene una relación de transformación de 220 a 500. El secundario del autotransformador está dividido en 25 taps con los que se puede variar la tensión en pasos de 20 [V], permitiendo variar la tensión en el primario del transformador de alta tensión desde 0 a 500 [V].

Figura 4. Autotransformador



---

<sup>2</sup> MARTÍNEZ U., Luis Francisco. Manual de Mantenimiento del Equipo de Alta Tensión y Recomendaciones para la Ejecución de Pruebas, Trabajo de Grado Ingeniero Electricista. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias fisicomecánicas. Escuela de ingeniería eléctrica, 1969. p. 56.

Figura 5. Taps del autotransformador



- **Transformador T2.** Este transformador por medio de taps permite ajustar a un valor más pequeño la tensión que entrega el secundario del autotransformador. Con este se logra variar la tensión de a 1 [V] en el primario del transformador de alta tensión, si se utiliza solo el autotransformador la tensión variaría cada 20 [V].

Figura 6. Esquema de conexión del transformador (T2) con el autotransformador (T1)

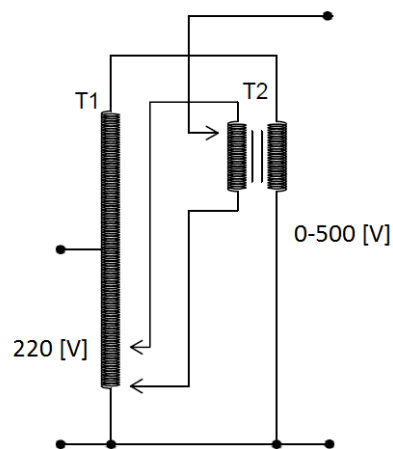


Figura 7. Transformador T2

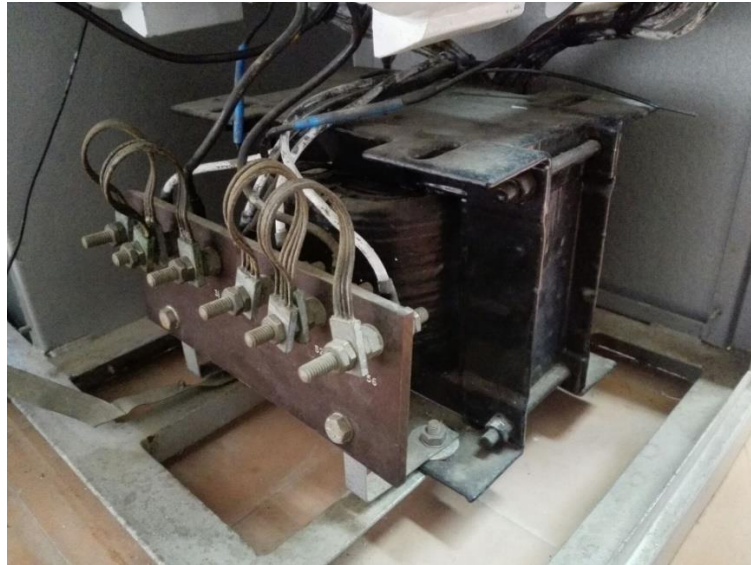


Figura 8. Taps del transformador T2



- **Transformador de corriente (CT).** Su función es indicar el paso de corriente en el primario del transformador de alta tensión (T4). Las medidas realizadas no son válidas, esto se debe a que el transformador de corriente original tenía una relación de transformación de 8:1 y fue reemplazado por un transformador de corriente con una relación de transformación de 5:1. La relación de medida del

amperímetro es de 1:8 por eso la medidas realizadas con el transformador actual no son correctas. Especificaciones: escala de medida: 0-8 [A] acoplado al secundario transformador de corriente.

Figura 9. Transformador de corriente



- **Metrosil.** Dispositivo que protege a los equipos y el aislamiento de la consola contra sobretensiones. Es un disco que está compuesto de resistencias no lineales, las cuales actúan como una válvula de seguridad cuando se presentan sobretensiones.

Figura 10. Metrosil

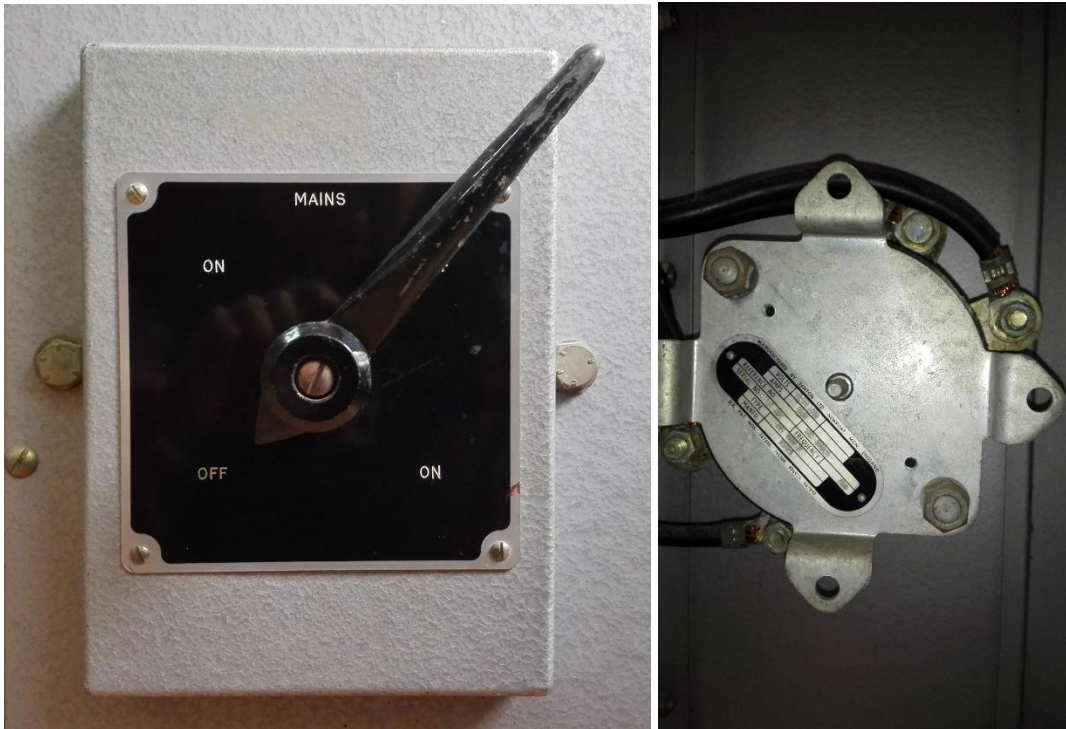


- **Fusible (FS1).** Este es el fusible principal de la consola, el cual funciona como respaldo si en algún momento no funciona la protección de la consola, protege para corrientes superiores a 100 [A]. En la figura 12 se puede observar el fusible FS1.
- **Interruptor principal (SW/2).** Permite energizar la consola, tiene unos contactos que operan empleando dos sentidos de giro (Sentido horario y anti horario).

Tensión nominal: 440 [V]

Corriente nominal 100 [A]

Figura 11. Interruptor principal



**1.3.3.2 Circuito de control.** Es el que maneja el circuito de potencia a distancia. Está conformado por los siguientes aparatos.

- **Fusibles**

- **Fusible (FS5).** Este fusible funciona para proteger la bobina de alimentación del relé de control de corriente, lo protege para corrientes superiores a 1[A].

Tensión nominal: 220 [V]

Corriente nominal: 1[A]

- **Fusible (FS4).** Este fusible protege a la bobina del contactor principal, además también protege a las bombillas de señalización de alta tensión y bloqueo puerta.

Tensión nominal: 220 [V]

Corriente nominal: 1[A]

- **Fusible (FS3).** Su función de proteger la bobina del contactor auxiliar contra corrientes superiores a 1[A].

Tensión nominal 120 [V]

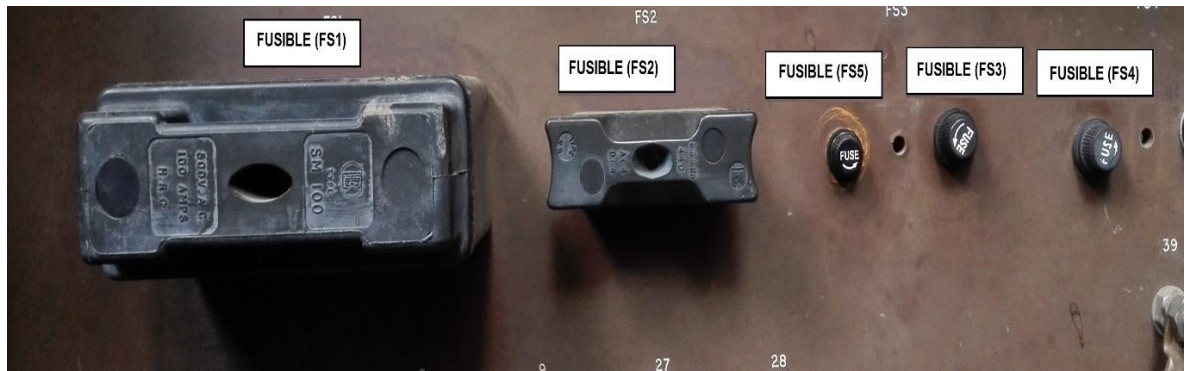
Corriente nominal: 1 [A]

- **Fusible (FS2).** Este fusible brinda protección al circuito tranca puerta.

Tensión nominal: 440 [V]

Corriente nominal: 6 [A]

Figura 12. Fusibles



- **Microswitch de enclavamiento puerta.** Este interruptor tiene dos juegos de contacto fijos, un contacto normalmente abierto (NA) y otro contacto normalmente cerrado (NC), que son accionados por una palanca que está en contacto permanente con el contacto NC, cuando es presionada la palanca, este contacto cambia de estado y el que esta NA cambia NC.

Figura 13. Microswitch



- **Inicio de carrera.** Permite energizar la bobina del contactor principal, para su operación, la manivela desplazadora debe estar en la posición inicial de cero (0) [V], lo cual impide aplicaciones instantáneas de tensión en el primario del transformador de alta tensión, lo que induciría tensiones muy peligrosas en el secundario del transformador. Este *microswitch* tiene un contacto NA, exteriormente tiene una palanca que al ser presionada cierra el contacto.

Figura 14. Inicio de carrera abierto

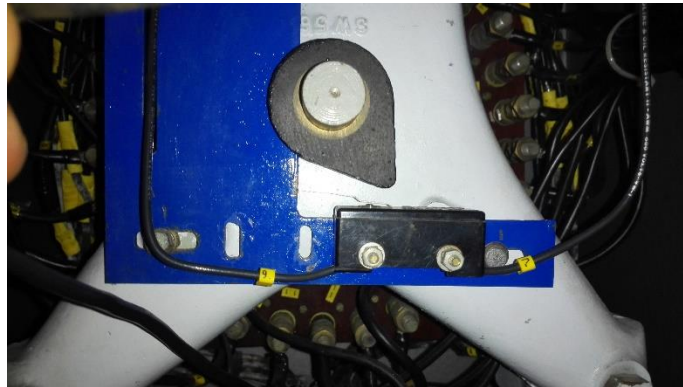


Figura 15. Inicio de carrera cerrado (manivela en cero volts)

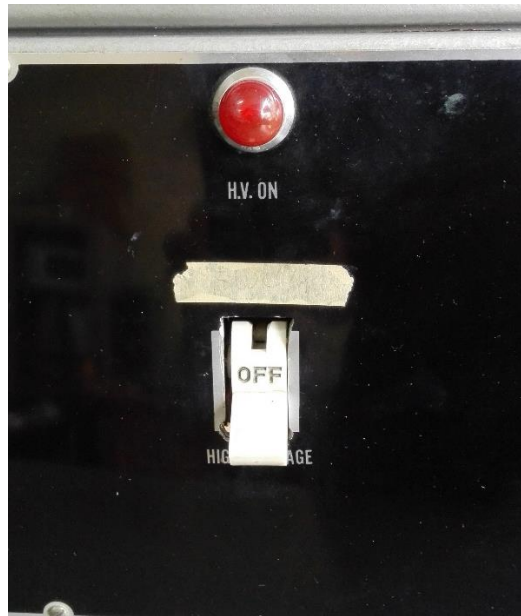


- **Interruptor de alta tensión (HV).** Permite aplicar tensión al primario del transformador de alta tensión, este interruptor consta de una bobina que controla el interruptor; este mecanismo está funcionando parcialmente, actualmente no está cumpliendo la función de proteger solo la de energizar el transformador de alta tensión.
- **Luz piloto señalización interruptor alta tensión.** Verifica la disponibilidad de la consola para aplicar tensión al objeto de prueba, también que el contactor principal se ha enclavado.

ESPECIFICACIONES: Lámpara de neón

Tensión Nominal: 240 [V]

Figura 16. Interruptor de alta tensión

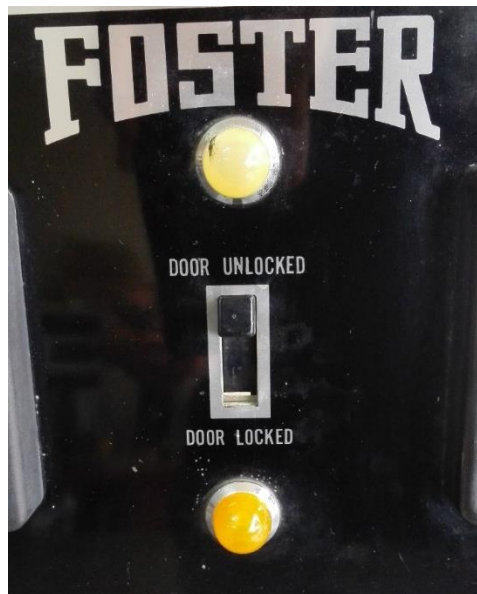


- **Interruptor bloqueo de puerta.** No permite la apertura de la puerta de la sala de pruebas del laboratorio de alta tensión.
- **Luz piloto señalización bloqueo de puerta.** Señala la verificación de apertura y cierre de la puerta de la sala de pruebas y el enclavamiento del contactor auxiliar.

Especificaciones: Lámpara de neón

Tensión Nominal: 240 [V]

Figura 17. Interruptor de bloqueo puerta



- **Manivela desplazadora de derivación.** Mecanismo que permite variar la tensión, además cuando está en la posición inicial acciona el inicio de carrera.

Figura 18. Manivela desplazadora



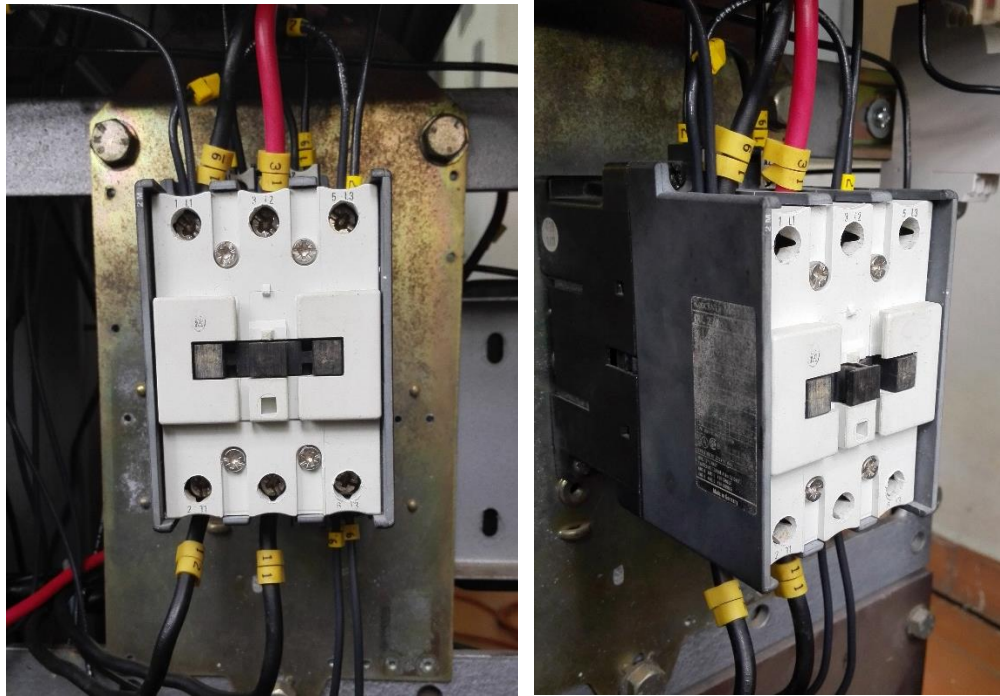
- **Contacto principal.** Permite aplicar tensión al transformador de alta tensión (T4), sus contactos cambian de normalidad cuando se acciona el interruptor de alta tensión, cuando la puerta está cerrada correctamente y la manivela de desplazamiento está en su posición inicial de cero (0) [V].

ESPECIFICACIONES: Tensión nominal: 660 [V]

Corriente nominal: 80 [A]

Alimentación bobina: 220 [V]

Figura 19. Contactor principal



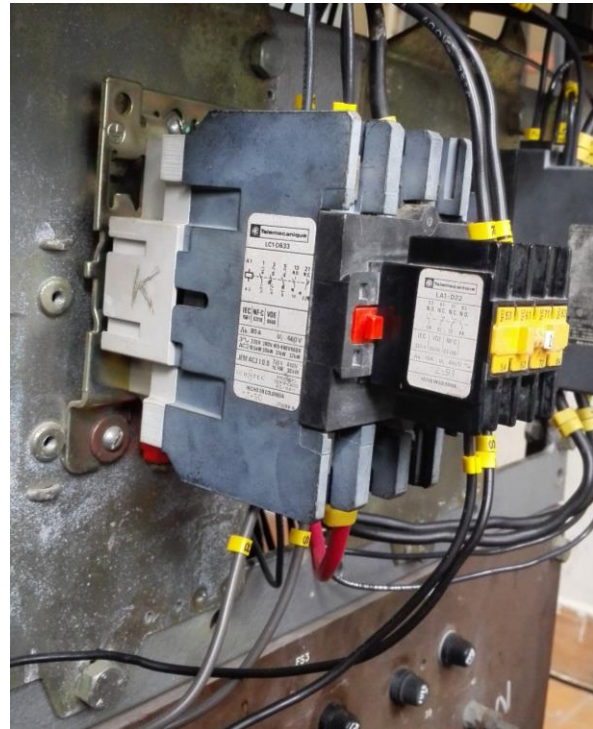
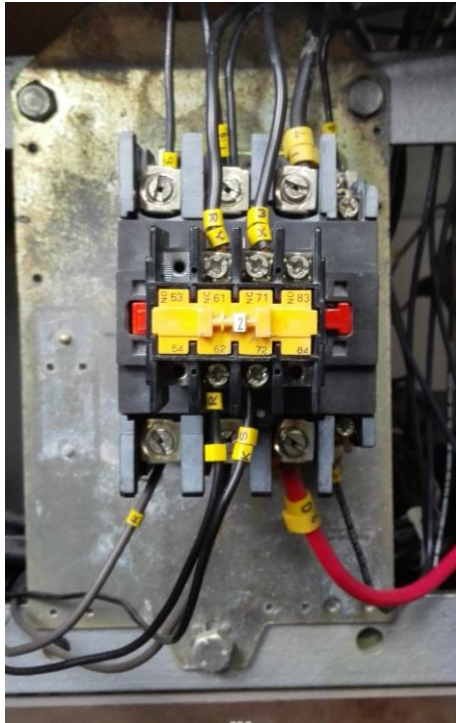
- **Contacto auxiliar.** Controla la acción del contactor principal, sus contactos cambian cuando se acciona el interruptor de bloqueo de puerta.

ESPECIFICACIONES: Tensión nominal: 660 [V]

Corriente nominal: 80 [A]

Alimentación bobina: 220 [V]

Figura 20. Contactor auxiliar



- **Relé de control de corriente.** Su función es monitorizar la corriente en el secundario del transformador de corriente (CT) y controlar la acción de contactor auxiliar. Este relé se activa cuando detecta corrientes superiores a las que se ajusta.

ESPECIFICACIONES: Tensión nominal: 220[V]

Corriente nominal: 1 [A]

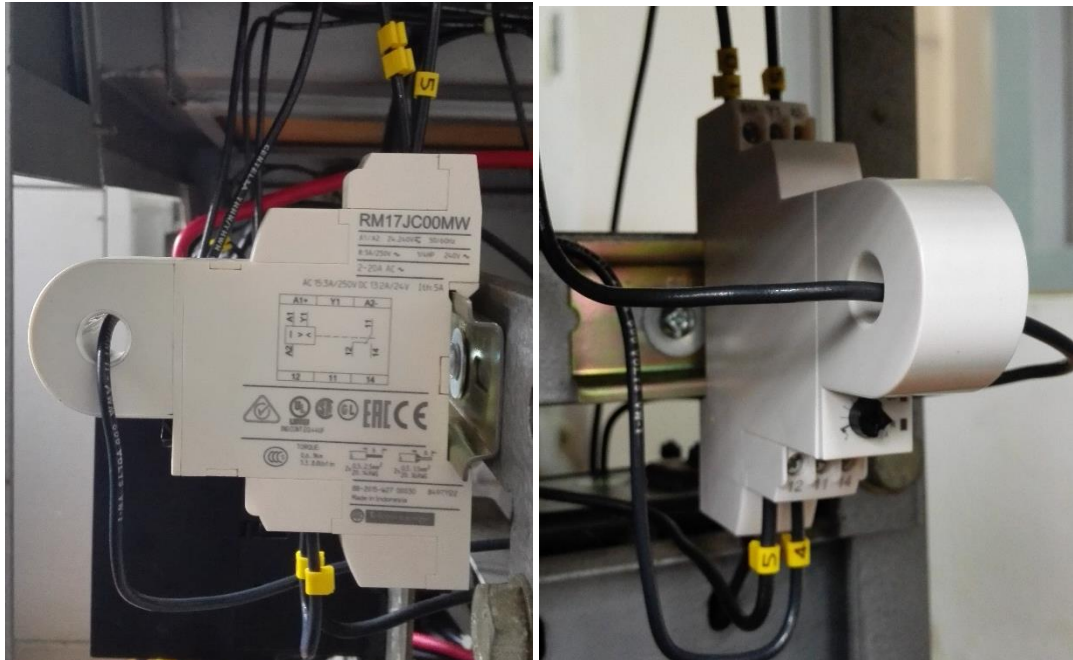
Alimentación bobina: 120 [V]

Rango de ajuste: 0-20 [A]

Referencia: RM17JC00MW - Relés de control de intensidad

Fabricante: Schneider Electric

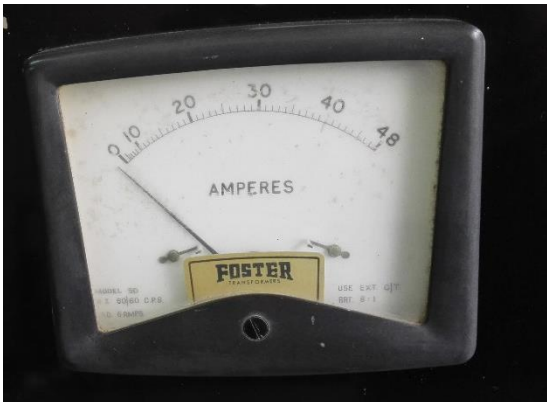
Figura 21. Relé de control de corriente



- **Amperímetro.** Su función es indicar el paso de corriente en el primario del transformador de alta tensión (T4). Las medidas realizadas no son válidas, esto se debe a que el transformador de corriente original tenía una relación de transformación de 8:1 y fue reemplazado por un transformador de corriente con una relación de transformación de 5:1. La relación de medida del amperímetro es de 1:8 por eso la medidas realizadas con el transformador actual no son correctas.

Especificaciones: escala de medida: 0-8 [A]; acoplado al secundario transformador de corriente.

Figura 22. Amperímetro



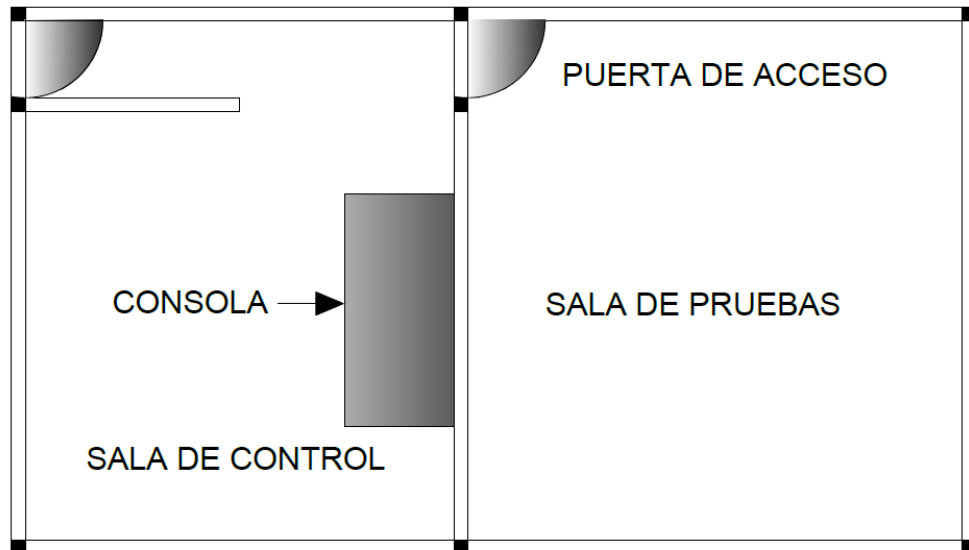
#### 1.4 COMO OPERAR LA CONSOLA

Para realizar cualquier tipo de prueba con la consola de corriente alterna lo primero que se debe hacer es cerrar la puerta de la sala de pruebas y llevar la manivela desplazadora hasta el tope en sentido anti horario; lo cual garantiza que la prueba se empieza en cero voltios y que el inicio de carrera estará activado, con lo que se asegura que no se presentaran sobretensiones peligrosas en el transformador de alta tensión.

Para poder energizar la consola se debe maniobrar en sentido horario el interruptor principal y llevarlo a la posición "ON"; Seguido esto se debe accionar el interruptor de bloqueo de puerta, se debe comprobar que la luz piloto "DOOR LOKED" se encuentre encendida y por último se debe cerrar el interruptor de alta tensión (HV), comprobando que la luz piloto "H.V ON" se encuentre encendida.

Después de hacer esta serie de pasos, la consola queda lista para poder realizar cualquiera de las pruebas que se nombraron anteriormente. Para poder variar la tensión en el transformador de alta tensión, se debe girar la manivela desplazadora en sentido horario lenta o rápidamente, esto permite ir incrementando la tensión en el autotransformador voltio a voltio. La rapidez con que se debe ir aumentando la rampa de tensión depende del tipo de prueba.

Figura 23. Plano de planta del laboratorio de alta tensión.



## **2. ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO DE LA CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA**

Un accionamiento eléctrico es un conjunto de elementos eléctricos, mecánicos y electromecánicos, interconectados adecuadamente para controlar un proceso. El accionamiento eléctrico de la consola está para brindar seguridad a la persona que la opera y las que se encuentren dentro del laboratorio.

En este capítulo se describirá el accionamiento eléctrico con el que cuenta actualmente la consola, el cual se puede dividir en tres partes:

- El circuito de potencia
- El circuito de control
- Circuito de la tranca puerta, que hace parte del control

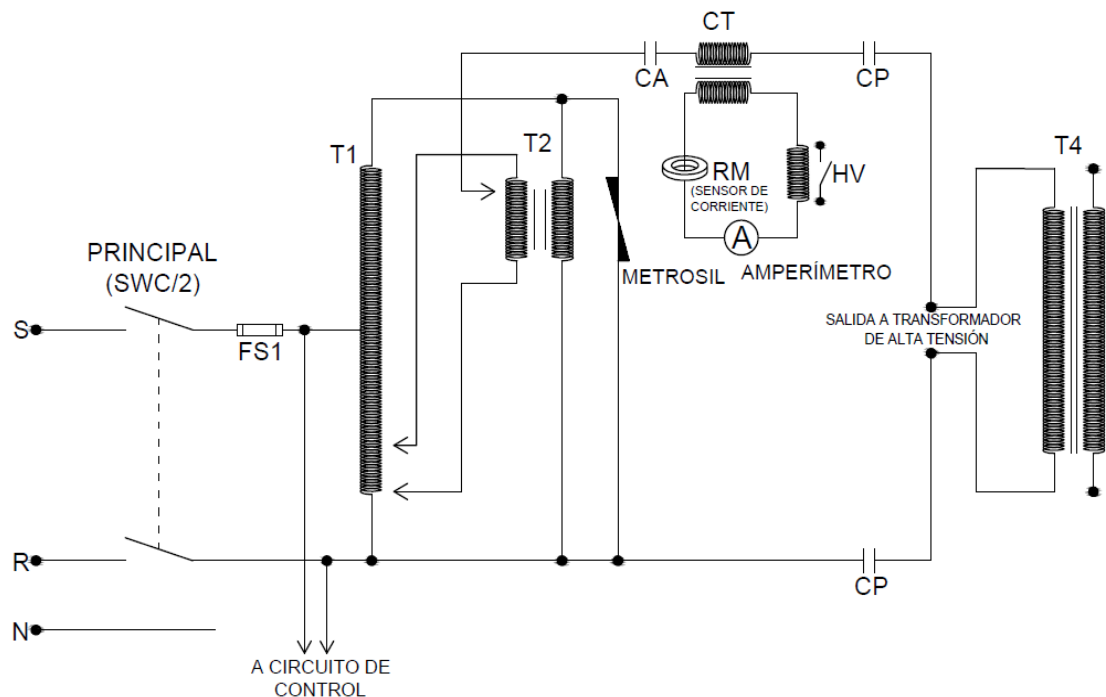
Agrupados estos tres circuitos forman una lógica cableada y hacen el control de la consola.

### **2.1 CIRCUITO DE POTENCIA**

El circuito de potencia es por el cual van a fluir grandes corrientes, pero este no funciona hasta que el circuito de control le dé la orden. En este circuito están todos los elementos que se buscan controlar.

Desde la consola se hace el accionamiento del **TRANSFORMADOR DE ALTA TENSIÓN (T4)**. Para poder variar la tensión en el primario de este se utiliza el **AUTO TRANSFORMADOR (T1)** y el **TRANSFORMADOR DE MENOR TAMAÑO (T2)**, los cuales forman parte del circuito de potencia que además, cuenta con un transformador de corriente que se utiliza para poder medir la corriente que se origina por la ejecución de las diferentes pruebas.

Figura 24. Circuito de potencia



El circuito de potencia se energiza cuando se cierra el **INTERRUPTOR PRINCIPAL (SWC/2)**, que conecta el sistema a las líneas R y S alimentando el autotransformador y el transformador T2, estos quedan listos para hacer la variación de tensión en el primario del transformador T4 por medio de la manivela desplazadora que está conectada a los taps del autotransformador, pero no se puede realizar esta acción porque uno de los **CONTACTOS** de los **contactores**

**principal (CP)** y **auxiliar (CA)** están conectados entre las líneas interrumpiendo el paso de corriente, el CP tiene un contacto entre la línea R y otro incorporado en la línea S, el CA solamente tiene un contacto en la línea R; una vez se energicen las bobinas de estos contactores, que se encuentran en el circuito de control, estos contactos cambiarán de normalidad (pasarán de normalidad abierta a cerrada) y dejarán pasar libremente la corriente, así energizando el primario del transformador de alta tensión.

Este circuito cuenta con un **FUSIBLE (FS1)** en la línea R, está conectado después del interruptor principal y sirve como respaldo para proteger contra los cortocircuitos que puedan ocurrir. Además en paralelo a los transformadores T1 y T2 se encuentra el **METROSIL**, descrito en el capítulo uno.

También en la línea R entre los transformadores T2 y T4 y en el medio de los contactos CA y CP se encuentra el primario del **TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (CT)**. El secundario se utiliza para fines de medición, tiene conectado en serie un amperímetro que solo tiene función de galvanómetro, es decir solo indica la presencia de corriente; y adicionalmente una bobina que está puesta en el **INTERRUPTOR DE ALTA TENSIÓN (HV)**, tiene los puntos de conexión detrás de este y pertenecía al accionamiento antiguo de la consola, quedo allí como una pequeña carga para el transformador.

En el secundario del CT se tiene también el **sensor de corriente** del **RELÉ DE CONTROL DE CORRIENTE (RM)** y es el que manda la señal al circuito de control para activar o desactivar el contacto de este relé. Consiste en un cable que pasa entre el sensor.

La descripción del relé de control de corriente se realizará más adelante.

Al cerrar el interruptor principal también se está energizando el circuito de control, se toma la derivación de cada una de las líneas aguas abajo del interruptor.

## **2.2 CIRCUITO DE CONTROL**

En general un circuito de control es el que maneja el circuito de potencia a distancia para brindar seguridad al operario, en este se encuentran aparatos con menores consumos de potencia que reciben señales de mando, para ejecutar alguna acción que se verá reflejada en el circuito de potencia.

En la consola se hace un control manual y como ya se había mencionado anteriormente la necesidad de este accionamiento es proteger al personal que está manejándola, ya que en el circuito de potencia se van a tener tensiones muy elevadas a la salida del transformador T4, por el orden de los kilovoltios. En el primario de éste se va a tener un rango de tensión de 0 a 500 [V] pero por ser un transformador se tendrán corrientes muy grandes circulando (aproximadamente de 40 [A]), para brindar seguridad se utiliza el circuito de control. Si no se cumplen unas condiciones el circuito no enviará la señal para energizar el circuito de potencia, estas condiciones ya fueron explicadas...en la sección 1.4...

El circuito de control de la consola de corriente alterna opera a dos niveles de tensión diferentes:

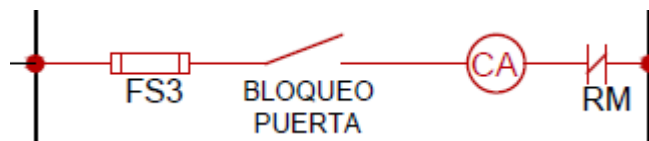
- La bobina del contactor auxiliar y del relé de control de corriente a 110 [V]
- Los demás aparatos trabajan a 220[V]



**2.2.1 Señal al circuito de potencia.** Esta parte está conformada por las bobinas del contactor principal (CP), el contactor auxiliar (CA), el relé de control de corriente (RM), por contactos de estos mismos, además dos interruptores, uno el de alta tensión (HV), el otro llamado bloqueo puerta, también cuenta con un inicio de carrera ubicado estratégicamente en la parte posterior de la manivela del auto transformador y por ultimo un *microswitch* que conforma el sistema tranca puerta y que está para energizar una línea de dicho circuito.

Cuando se lleva a la posición ON el interruptor principal (SWC/2) se alimentan las líneas R y S del circuito de control. Inmediatamente se energiza la bobina del relé de control de corriente RM. Cuando se cierra el interruptor de bloqueo puerta se energiza la bobina del contactor auxiliar, en esta línea del circuito se tiene también un contacto normalmente cerrado del relé de corriente (RM), por tener esta normalidad es que se puede alimentar sin ningún problema la bobina (ver Figura 26). En el momento en que se energiza la bobina del CA cambian de normalidad los contactos de dicho contactor, así los que estén abiertos se cerrarán y los que estén cerrados se abrirán, estos cambios pasan instantáneamente en todo el circuito.

Figura 26. Bobina del contactor auxiliar lista para energizar



La siguiente línea que integra esta parte del circuito (ver Figura 27) es la que inicia en la línea de alimentación R con la bobina del contactor principal (CP), el inicio de carrera, el interruptor de alta tensión, el microswitch, un contacto normalmente



garantiza energizar el contactor principal que activara los contactos a la salida del circuito de potencia y permitirá el paso de corriente hacia el primario del transformador, solamente si la manivela está en su posición de cero volts. Si la manivela está en una posición diferente a la inicial, el contactor principal nunca se energizará porque el inicio de carrera estará abierto y no abra paso de corriente que permita energizar la bobina del contactor.

El inicio de carrera tiene en paralelo a este un contacto normalmente abierto del contactor principal, que está haciendo la función de enclavar la bobina del mismo, ya que una vez se inicia a variar la tensión el inicio de carrera se va a abrir y si este contacto no existe, esta línea del circuito se desenergiza. El papel que juega este contacto es mantener el paso de corriente a través de la bobina, ya que una vez la bobina se energiza esta cierra este contacto, y pasaría corriente tanto por este, cómo por el inicio de carrera, pero cuando el inicio de carrera se abre porque la manivela de variación de tensión empieza a girar, se sostiene el paso de corriente por el contacto porque la bobina esta energizada y sus contactos cambiaron de normalidad, a esto es a lo que se le llama un enclavamiento.

Hasta este punto se puede hacer una prueba de soporte y el accionamiento funcionará correctamente, se llevará la tensión hasta un punto específico; dado por el material que se esté probando. Cuando termine el tiempo de aplicarle tensión al elemento se volverá la manivela a la posición de cero volts. Si se quiere se puede volver a hacer la prueba o si se quiere cambiar de elemento y hacer un ensayo nuevo, se deben abrir los tres interruptores en el siguiente orden, HV, enclavamiento puerta y por último el principal.

El contacto de normalidad cerrada del relé de control de corriente se abre cuando se detecta una corriente superior a una preestablecida en el relé (explicado de una manera más detallada en la...sección 3.2.3.2... Relé de control de corriente). Por lo tanto si se está haciendo una prueba de falla a un elemento específico, cuando alcance cierta corriente el relé abre el contacto RM que está cerrado, desenergizando la bobina del contactor auxiliar, haciendo volver a su normalidad los contactos de este. Para energizar el contactor principal, se tiene un contacto de normalidad abierta del contactor auxiliar que se cierra cuando se energiza la bobina del mismo y permite el paso de corriente para energizar el otro contactor; entonces este contacto se va a abrir y va a desenergizar la bobina del contactor principal, haciendo volver a su normalidad todos los contactos de dicho contactor, sacando de funcionamiento el circuito de potencia y quitando el enclavamiento que tenía la bobina.

Hay que analizar el instante justo después que el relé de corriente opera, es decir no se ha movido ningún interruptor y por lo tanto no se ha abierto la puerta.

En el accionamiento eléctrico de la consola con el contacto RM del relé de corriente, ya que cuando el sensor detecta corrientes mayores a la seleccionada abre el contacto, pero en el instante que sea menor a éste valor, el contacto se vuelve a cerrar; cuando se desenergiza la salida al transformador de alta tensión en el circuito de potencia, la corriente se va a hacer cero, lo que indica una corriente menor a la seleccionada, volviendo a cerrar inmediatamente el contacto RM y energizando de nuevo el contactor auxiliar.

En estas condiciones, el contacto del contactor auxiliar, que está en la línea para energizar la bobina del contactor principal se volverá a cerrar, pero no se va a

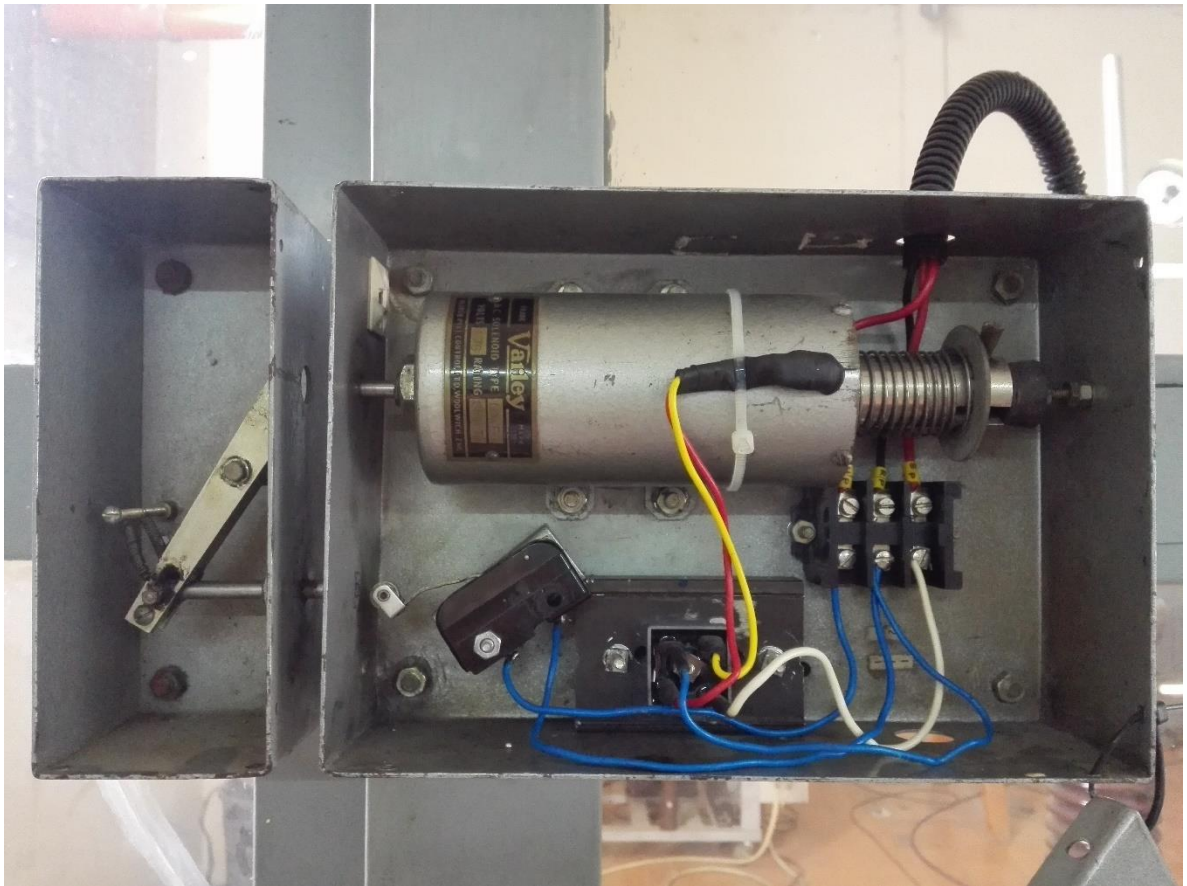
permitir energizar de nuevo la bobina del contactor principal por dos aspectos, el primero de ellos, el contacto que hace el enclavamiento está abierto, por lo tanto por allí no puede haber circulación de corriente, el segundo aspecto que no permite el paso de corriente a la bobina va a ser que el inicio de carrera está abierto ya que la manivela de variación de tensión no se encuentra en la posición de cero volts, esta última condición es la que asegura que en el circuito de potencia no exista salida de corriente hacia el transformador de alta tensión.

Después de esto se decide si se quiere volver a hacer otra prueba al elemento, para lo cual solo basta con volver la manivela a la posición inicial, quedando de nuevo la consola lista para aplicar tensión, o si por el contrario se quiere cambiar de elemento, es necesario abrir todos los interruptores, y comenzar de nuevo.

**2.2.2 Circuito tranca puerta.** Este segmento del circuito de control tiene la necesidad de ser explicado por aparte ya que depende también de la consola de impulsos.

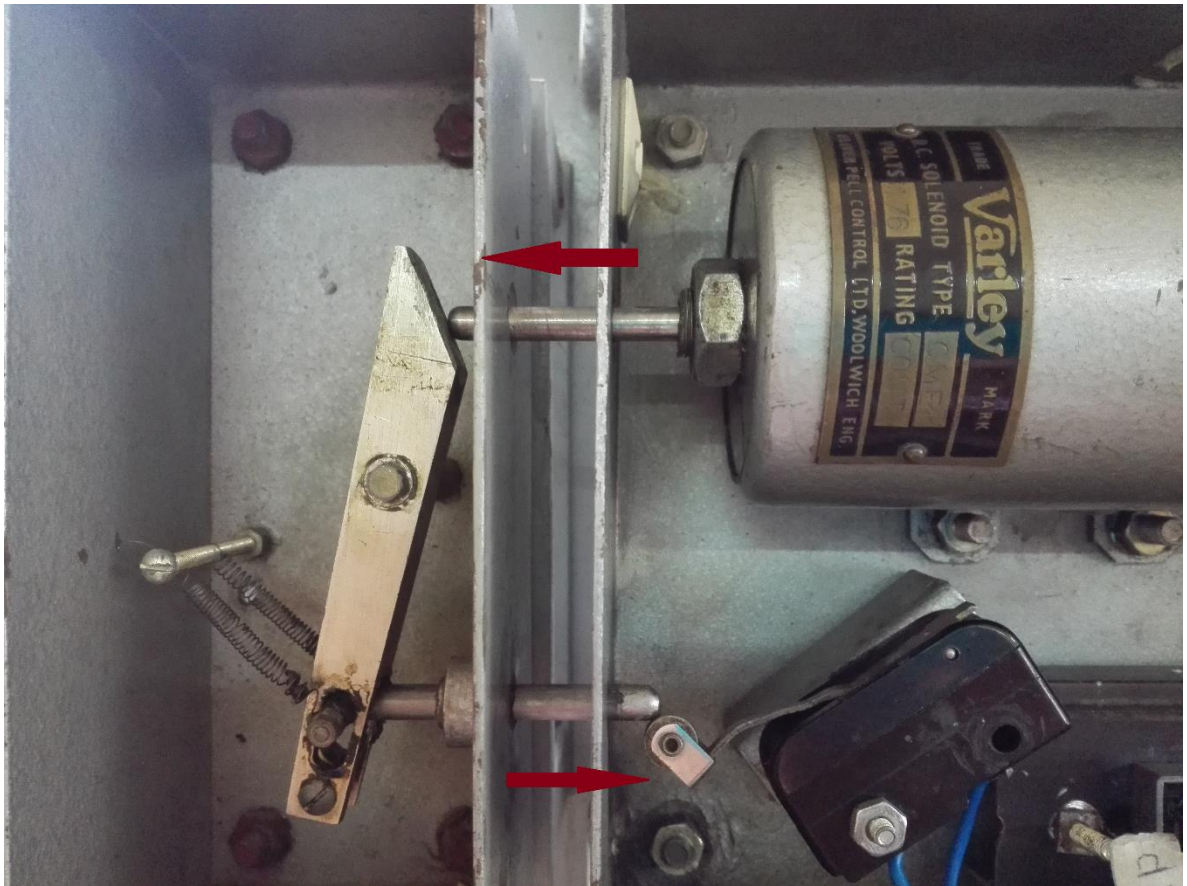
El sistema tranca puerta está dividido en dos secciones, la primera consta de una caja metálica que contiene un electroimán, el rectificador y el *microswitch*; va colocado en el marco fijo de la puerta. La segunda parte es otra caja metálica que contiene una palanca que gira sobre un eje, la cual en su extremo inferior tiene una varilla que se desplaza horizontalmente (Ver Figura 28).

Figura 28. Sistema tranca puerta



El electroimán está compuesto por un solenoide y un núcleo de acero móvil con desplazamiento axial al solenoide, al ser energizado hace desplazar el núcleo de acero hacia la izquierda el cual acciona la palanca permitiendo desplazar la varilla hacia la derecha accionando el *microswitch* de enclavamiento puerta (Ver Figura 29).

Figura 29. Accionamiento de la palanca



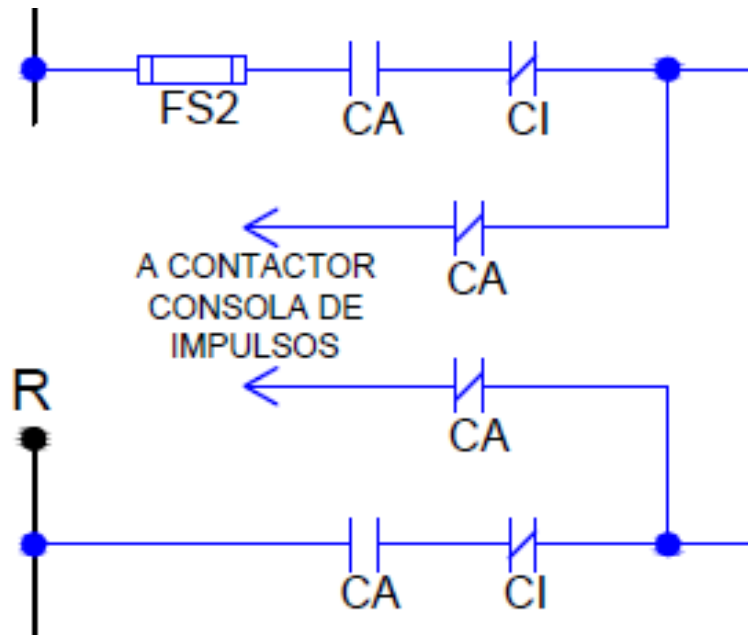
El circuito tranca puerta sirve para cerrar la puerta de una manera eléctrica; y solo se puede quitar esta condición si se abre el interruptor de bloqueo puerta o al no ser que falle el suministro eléctrico. Cabe aclarar que la puerta también tiene un cierre manual, pero este no es suficiente para garantizar la seguridad.

En el laboratorio de alta tensión se cuenta también con una consola de impulsos, la cual no es motivo de estudio de este trabajo, pero se nombra porque junto con la consola de corriente alterna comparten la utilización del circuito tranca puerta. La consola de impulsos tiene dos contactos normalmente cerrados en el circuito tranca

puerta de la consola de corriente alterna y viceversa. El uso de estos contactos es para aislar la utilización del circuito tranca puerta y limitarlo exclusivamente a la consola que lo utilice, porque es posible que se esté haciendo una prueba en una de las consolas y por error se accione en la otra el mecanismo tranca puerta y se deshabilite, dejando sin bloqueo eléctrico la puerta, lo que implicaría que no exista ninguna condición de seguridad.

El circuito tranca puerta se alimenta de la línea R y S que tienen en medio un contacto normalmente abierto del contactor auxiliar, le sigue a estos un contacto normalmente cerrado del contactor de impulsos, luego estas líneas se llevan por ducto hasta la bornera de la tranca puerta para allí hacer la conexión al puente rectificador, a la salida de éste se alimenta el solenoide. Se tienen unas derivaciones en este circuito, la primera de ellas después del contacto CI y antes de la conexión a la bornera donde de cada línea se saca una para enviar al **contactor de la consola de impulsos (CI)**. En medio de cada derivación se tiene un contacto normalmente cerrado del contactor auxiliar (ver Figura 30). Además, se encuentra otra derivación en la línea S de este circuito entre la bornera y el puente rectificador, que se conecta al *microswitch* y es muy importante ya que esta es la que permite conectar la línea R de la otra parte del circuito de control (explicada en el... numeral 2.2.1...) con la línea S y así poder energizar el contactor principal cuando el *microswitch* esté cerrado.

Figura 30. Derivación al contactor de impulsos



**2.2.2.1 Accionamiento del circuito tranca puerta.** Se cierran los contactos abiertos del contactor auxiliar cuando la bobina de ellos se energiza y eso pasa cuando se cierra el interruptor de enclavamiento puerta, también se abren los contactos cerrados del mismo contactor y que son los que van al contactor de impulsos. Como estos están abiertos no dejarán energizar el contactor de impulsos aislando así el circuito tranca puerta para que solo pueda ser utilizado por la consola de corriente alterna, como consecuencia de esto los contactos cerrados del contactor de impulsos permanecerán así mientras se utiliza la consola, brindando seguridad ya que el contactor no podrá ser energizado.

Le sigue a este proceso la alimentación del electroimán, por lo tanto acciona la varilla que hará dos funciones, trancar la puerta y pulsar el mecanismo que mantiene cerrado el *microswitch*. Se tiene en cuenta la señal del *microswitch*, es

decir que esté cerrado, para poder energizar el circuito de control completamente. Cabe aclarar que todos estos cambios son inmediatos.

Luego de este proceso la puerta queda cerrada con un alto grado de confiabilidad. Si en el momento de una prueba con la consola se llegara a abrir la puerta por algún motivo, la bobina del contactor principal se desenergizará abriendo los contactos que tenía cerrados tanto en la salida al transformador, como el que estaba haciendo la función de enclavar la bobina. De llegar a pasar algo así, será necesario volver a iniciar el procedimiento para hacer una prueba con la consola, porque por más que se cierre de nuevo la puerta, el contactor principal ya no se podrá energizar porque su bobina no puede hacer el enclavamiento al estar el inicio de carrera abierto.

### **2.3 PLANO DEL ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO ACTUAL DE LA CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA**

A continuación se muestra el accionamiento con el que cuenta actualmente la consola.

Adicionalmente en el laboratorio de alta tensión se deja un plano en formato A1, en el que se encuentra la respectiva marcación de los conductores, para que puedan ser ubicados fácilmente en caso de un mantenimiento, también se encuentra en el ANEXO C.



### **3. SEGURIDAD EN LA CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA**

La seguridad es de vital importancia en cualquier actividad ya que permite preservar la integridad de las personas. En muchos casos un exceso de confianza hace olvidar por completo las medidas mínimas de seguridad que se deben tomar para afrontar un trabajo y esto lleva a que sucedan accidentes.

En el caso de la consola de corriente alterna esta seguridad va enfocada a dos aspectos, esta misma, para que tenga un funcionamiento óptimo y el personal que la ópera, para que no corra ningún riesgo.

En este capítulo se describirán todas las condiciones de seguridad que se estaban violando en la consola y las acciones que se toman para corregir dichos errores. Para esto se muestra el levantamiento eléctrico que se hace en primer momento, donde se indican los errores y por último se detallan las acciones que se realizan para mejorar la seguridad de la consola.

#### **3.1 LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO: CIRCUITO QUE EXISTÍA EN LA CONSOLA**

El primer paso para encontrar las fallas que existían en la consola fue hacer el levantamiento eléctrico, para esto se hicieron las siguientes acciones:

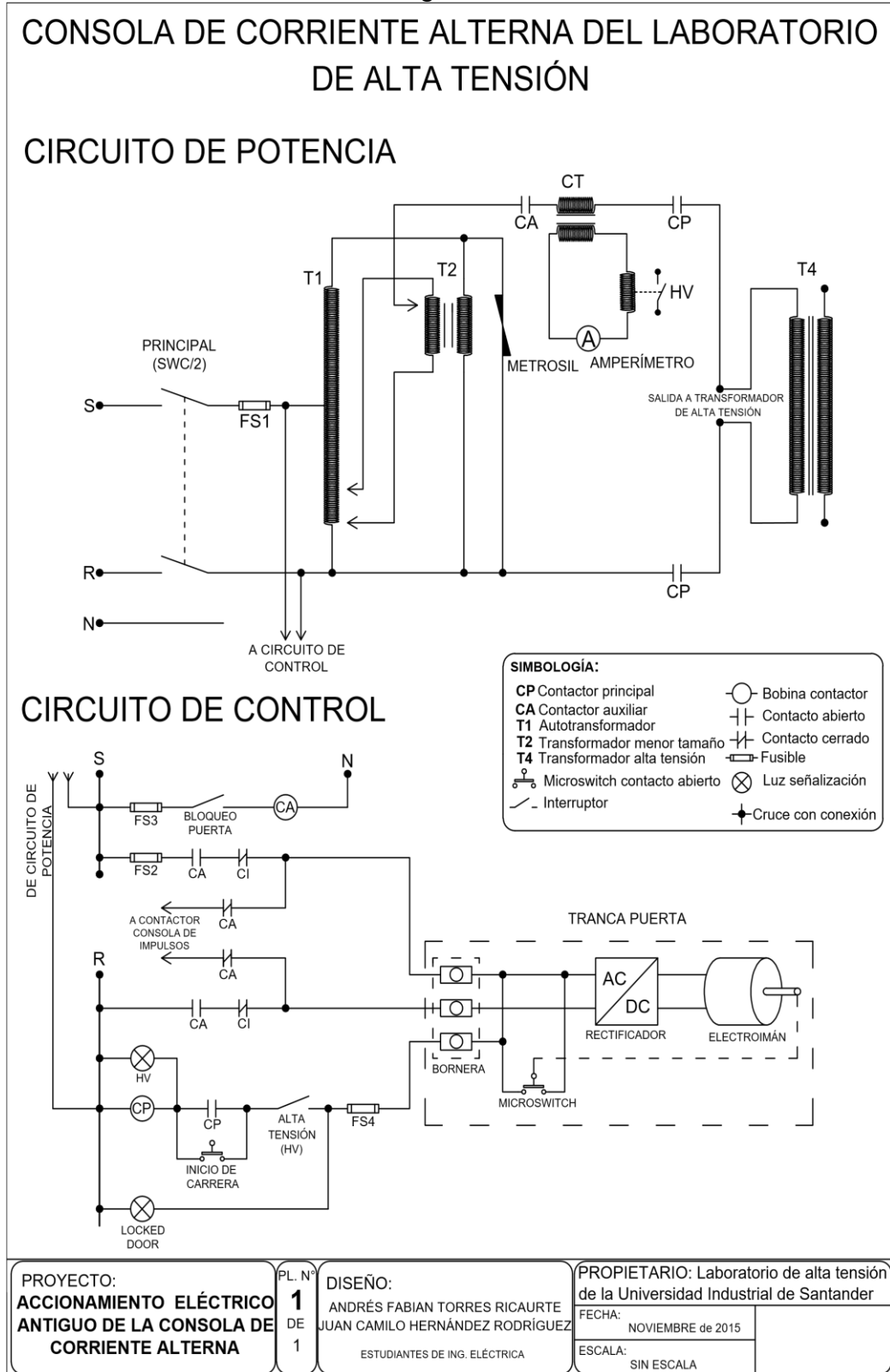
- Identificar todos los elementos que hacen parte de la consola.
- Con base en un circuito encontrado en un trabajo anterior<sup>3</sup>, se tomó como punto de referencia el interruptor principal (SWC/2) en la consola y a partir de allí se hizo seguimiento a los conductores hasta llegar a otro elemento y así sucesivamente hasta que se abarcó todo el circuito.

Todas estas acciones llevaron a realizar el circuito en lógica cableada del accionamiento, que se muestra a continuación.

---

<sup>3</sup> GONZÁLEZ BOTELLO, Sergio Ariel y ROJAS REYES, Ricardo. Automatización de la consola de corriente alterna para el laboratorio de Alta Tensión. Trabajo de Grado Ingeniero Electricista. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, 1996. p. 6.

Figura 32. Accionamiento eléctrico antiguo de la consola



Se toma como base la explicación que en su momento da el encargado del laboratorio de alta tensión, sobre cómo debe operar la consola (explicada en el...capítulo 1...) y se hace un estudio de la lógica cableada, verificando el correcto funcionamiento.

Los errores que se encontraron en el circuito fueron:

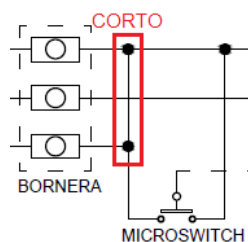
- En los conductores, deterioro a simple vista, calibres diferentes y empalmes defectuosos.

Figura 33. Evidencia del cableado



- Un corto que se encontró en la bornera ubicada en la parte de la tranca puerta.

Figura 34. Corto que existía en la bornera



- La protección contra sobre corrientes esta averiada.

## **3.2 ACCIONES DE SEGURIDAD APLICADAS A LA CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA**

Los errores que se encontraron, estaban incurriendo en problemas graves de seguridad, por lo que fue necesario tomar medidas correctivas, que se describirán a continuación.

**3.2.1 Cambio de cableado.** Cuando se inició a desarrollar cada una las actividades propuestas, el conocimiento del estado interno de la consola era nulo, se pensó hacer la prueba de resistencia de aislamiento en los conductores para verificar que su aislamiento se encontraba en buen estado y que no existieran fugas de corrientes, las cuales podrían atentar contra la instalación y contra la integridad de las personas; y dependiendo del resultado de estas pruebas decidir si era necesario hacer el cambio del cableado. Pero cuando se realizó la inspección visual de la consola, se encontró que los conductores no tenían el mismo calibre, también se encontró que algunos tenían su aislamiento deteriorado y que otros se encontraban empalmados. Ver figuras 35 a 36.

Por las razones expuestas anteriormente se decide realizar el cambio del cableado del control de la consola, además de organizar y marcar cada uno de los conductores, ya que se encontraban desorganizados y sin su respectiva marcación. Ver figura 37.

Figura 35. Consola de corriente alterna antes del cambio de cableado



Figura 36. Estado de algunos de los conductores antes del cambio de cableado

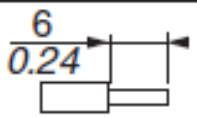






Figura 37. Consola de corriente alterna después del cambio de cableado



Para cablear la consola se utilizó cable # 14 AWG - tipo THHN/THWN - 7 hilos de cobre, que por su tipo de aislamiento puede ser utilizado en todo tipo de ambientes, secos, húmedos y mojados, soportando temperaturas de operación de hasta 90 °C. No se justificaba la compra de un calibre mayor a este ya que el circuito de control maneja corrientes bajas. Además el relé de corriente que se adquirió admite como mínimo este calibre (Ver figura 38).

Figura 38. Calibres de conductores admitidos en el relé de corriente

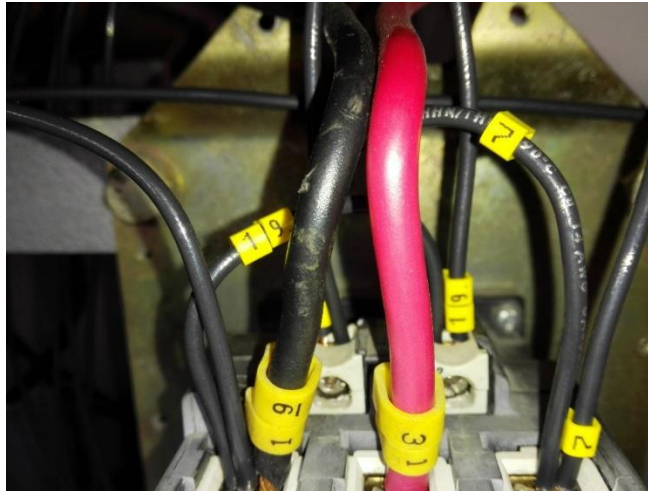
$\frac{\text{mm}}{\text{inch}}$ 	 	 
mm <sup>2</sup>	0,5...2,5	0,5...1,5
AWG	20..14	20...16

Fuente: [Citado el 5 de Abril de 2016]. Disponible en internet:  
[http://download.schneiderelectric.com/files?p\\_File\\_Id=682034078&p\\_File\\_Name=1724235\\_01A55.pdf](http://download.schneiderelectric.com/files?p_File_Id=682034078&p_File_Name=1724235_01A55.pdf)

En toda instalación eléctrica es necesario tener una buena documentación de todos los elementos instalados, esta documentación debe ir de la mano con un buen etiquetado de los cables para que su localización sea más rápida.

La marcación del cableado se hizo para que se pueda identificar fácilmente como están conectados cada uno de los elementos de la consola, permitiendo que en futuras labores de mantenimiento la búsqueda de posibles averías sean más rápidas y precisas de realizar. Para hacer su respectiva marcación se utilizaron los marcadores tipo anillo con numeración, los cuales permiten sujetar los cables sin deteriorarlos; y la organización de los conductores se hizo con cintas de amarres de color blanco que tienen superficies suaves que protegen el aislamiento de los conductores.

Figura 39. Marcación de los conductores



Con el transcurso del tiempo, el polvo y la suciedad se van acumulando en los conductores eléctricos y en la consola, por eso se realizó una limpieza a los conductores de los taps del autotransformador. Con la limpieza se puede prolongar su vida útil evitando el desgaste, así como mejorar el aspecto, generando un mejor ambiente de trabajo.

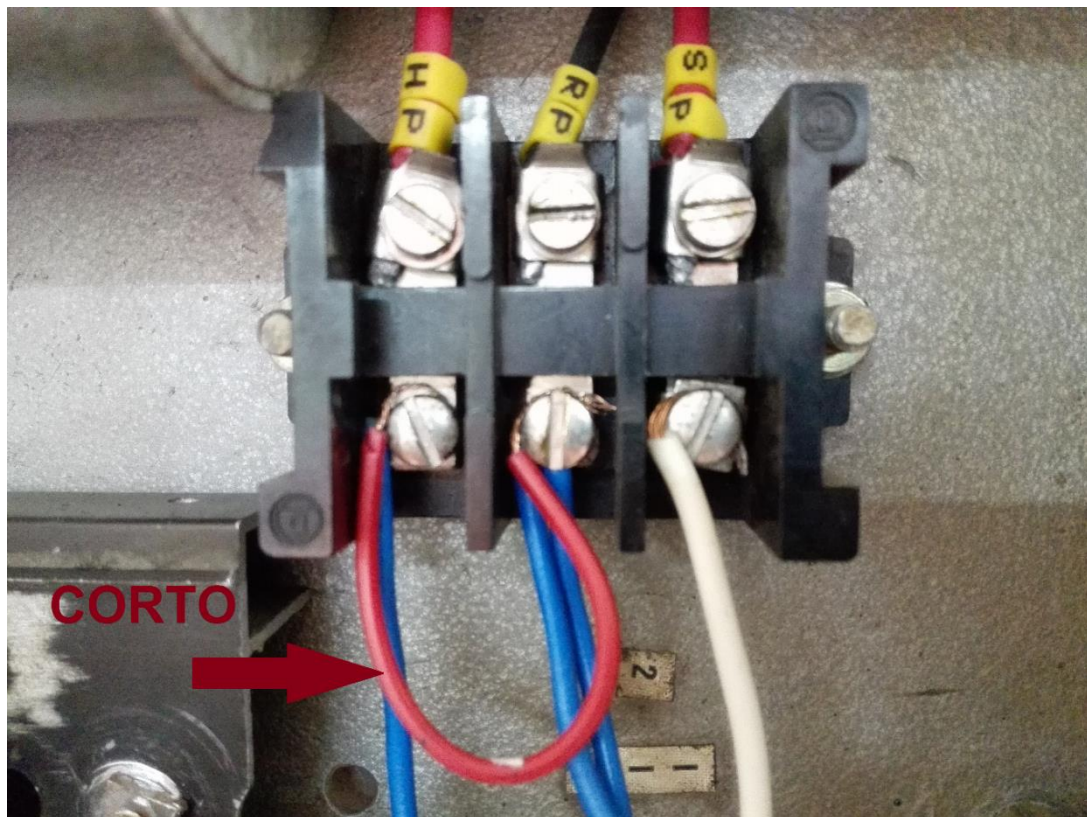
Figura 40. Organización y limpieza de los conductores que van a los taps



**3.2.2 Arreglo del circuito tranca puerta.** Para que existan condiciones de seguridad a la hora de hacer un ensayo con la unidad de corriente alterna, es necesario que la puerta este cerrada y trancada eléctricamente, de lo contrario la consola de corriente alterna no activa la salida de tensión al primario del transformador de alta tensión. Se encontró que esta condición no se estaba cumpliendo, y el resultado era el mismo si la puerta estaba cerrada o abierta, lo cual podía llevar a un riesgo.

Esto estaba sucediendo porque existía un corto en la bornera tranca puerta. Este estaba haciendo la función que debería hacer el *microswitch*, es decir cumplía la función de conectar la línea de alimentación R con la S para poder energizar el contactor principal.

Figura 41. Corto que existía en la bornera de la tranca puerta



Era una falta grave, ya que se ingresa por la puerta a la sala de pruebas y esta tiene que brindar seguridad.

El error se encontró en la conexión del *microswitch*, como se había explicado, este consta de un contacto normalmente cerrado y uno normalmente abierto. La conexión se estaba haciendo en el contacto de normalidad cerrada, por lo tanto cuando la puerta se cerrara y se activara todo el mecanismo para trancarla eléctricamente y así pulsar el *microswitch*, pues este se iba a abrir y no permitiría el paso de corriente para energizar la línea R con la S (como se explicó en la...sección 2.2.2...).

La solución fácil en su momento, para que se pudiera energizar el contactor principal fue dejar directa esa conexión del *microswitch*, por medio de un corto y así no tener problemas con el accionamiento.

Las acciones que se llevaron a cabo fueron dos, retirar el corto y pasar la conexión del *microswitch* al contacto de normalidad abierta, con esto cuando sea presionado por la palanca se va a cerrar y permitirá libremente el paso de corriente.

Esta acción garantiza así toda la seguridad posible, ya que si la puerta está abierta no se va a poder energizar el contactor principal.

Figura 42. Bornera sin corto

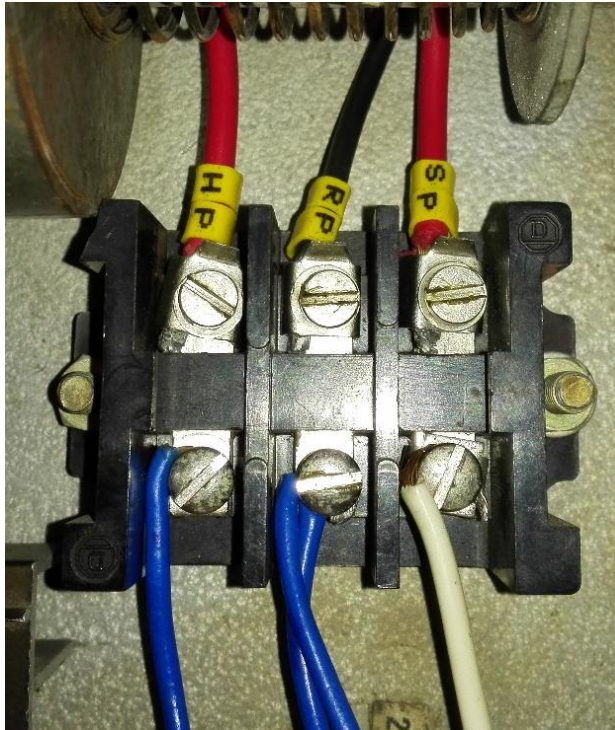


Figura 43. *Microswitch* conectado correctamente



**3.2.3 Control de sobrecorriente en la consola.** Cuando se hacen pruebas de falla se genera un corto que tiene que ser despejado, esta acción no se estaba realizando en la consola, a continuación se describirá el problema que se encontró y como fue solucionado.

**3.2.3.1 Problema que presentaba la protección contra sobrecorrientes.** El interruptor de alta tensión es un interruptor magnético, conformado por un contacto normalmente abierto que puede ser accionado de dos formas. La primera es mediante una manecilla que lo abre o cierra directamente. También por medio de una bobina, donde al pasar una corriente máxima, acciona el mecanismo de disparo, es decir abre el contacto.

Figura 44. Interruptor de alta tensión



Por lo tanto este interruptor tiene los puntos de conexión de la bobina y aparte los del contacto.

Figura 45. Conexiones del interruptor de alta tensión



En el accionamiento eléctrico antiguo de la consola, el interruptor tenía dos funciones, la primera era energizar la bobina del contactor principal por medio del contacto; y la segunda, por medio de la bobina, sensor cuando existiera una corriente de corto circuito que pasara a través de los elementos de prueba que se estaban ensayando en la consola y abrir el contacto para desenergizar el contactor principal y así abrir el circuito de potencia de la consola, para interrumpir el paso de corriente.

La corriente de corto se sensa en el primario del transformador de alta tensión, como allí se tienen corrientes grandes, se utiliza un transformador de corriente; en el secundario de este se ubicaba la bobina.

Se encontró que en el interruptor de alta tensión ya no se estaba realizando la función de abrir el contacto al presentarse el corto circuito en el elemento de prueba, dejando sin protección automática la consola; esta acción tenía que ser realizada por el encargado de la operación de la consola, el cual con su experiencia estimaba

hasta que punto debía llevar la tensión del primario, de modo tal que no se produjera el corto circuito. Esta acción es un riesgo tanto para la integridad del operario, como para la misma consola ya que se puede dañar el equipo que la integra.

Con la consola en estas condiciones solo se estaban realizando pruebas de soporte, eliminando por completo la posibilidad de hacer pruebas de falla, evitando riesgos eléctricos.

**3.2.3.2 Relé de control de corriente.** La acción que se tomó respecto al problema, fue elegir un dispositivo que cumpliera con esta misma función. No se encontró uno que específicamente hiciera lo mismo, pero si uno que cumplía con las necesidades.

Para sensar el corto y poder desenergizar el circuito de potencia a la salida del transformador de alta tensión, se integró al circuito de control un **relé de control de corriente** del fabricante Schneider Electric; perteneciente a la línea Zelio - Control y tiene como referencia RM17JC00MW.

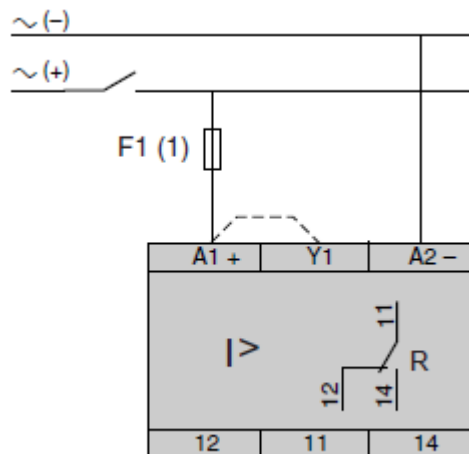
Este relé está diseñado para monitorear corrientes en AC; esta acción la hace por medio de un transformador de corriente integrado. Tiene un rango de medida que va desde 2 hasta 20 [A], estas medidas se puede graduar manualmente mediante un potenciómetro que está incorporado en el relé. También tiene integrada una bobina cuyo rango de tensión de alimentación es de 24 a 240 [V] ac/dc. Consta de dos contactos, uno normalmente abierto y otro de normalidad cerrada.

Figura 46. Aspecto físico del relé



Fuente: [Citado el 5 de Abril de 2016]. Disponible en internet: < <http://www.schneider-electric.com>>

Figura 47. Circuito esquemático del relé



Fuente: [Citado el 5 de Abril de 2016]. Disponible en internet:  
<[http://download.schneiderelectric.com/files?p\\_File\\_Id=682034078&p\\_File\\_Name=1724235\\_01A55.pdf](http://download.schneiderelectric.com/files?p_File_Id=682034078&p_File_Name=1724235_01A55.pdf)>

La bobina tiene que estar energizada para que el relé funcione.

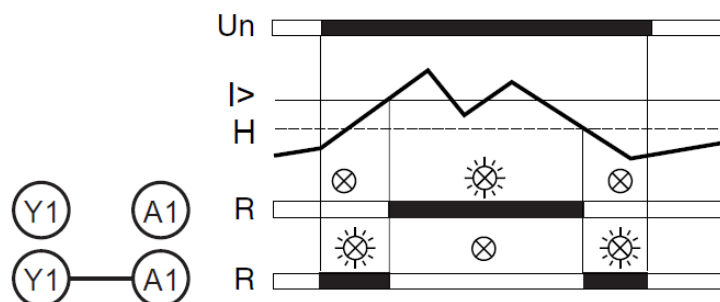
Tiene dos métodos de operación para activar sus contactos, cuando la corriente sea mayor al valor preseleccionado y el otro, cuando sea menor.

En el primer caso, los contactos del relé cambian de normalidad cuando la corriente preseleccionada es superada por la corriente que está siendo sensada por este y solo vuelve a su estado inicial cuando la corriente ha disminuido 15% de su histéresis. Es decir si el valor preseleccionado es de 5 [A], el relé se recuperará cuando esté por debajo de 4,25 [A]. La histéresis es la diferencia en el punto preseleccionado y el punto por el cual el relé vuelve a su posición inicial o de recuperación.

Si se hace un puente entre los terminales Y1 y A1 se tiene el segundo caso de operación, si la corriente sensada es menor a la preseleccionada los contactos cambian su normalidad, cuando la corriente sobrepase el máximo valor establecido los contactos recobran su naturaleza y seguirán así hasta que la corriente sea menor al valor que provoca histéresis en el transformador del relé.

A continuación se pueden observar las figuras que representan el funcionamiento del relé:

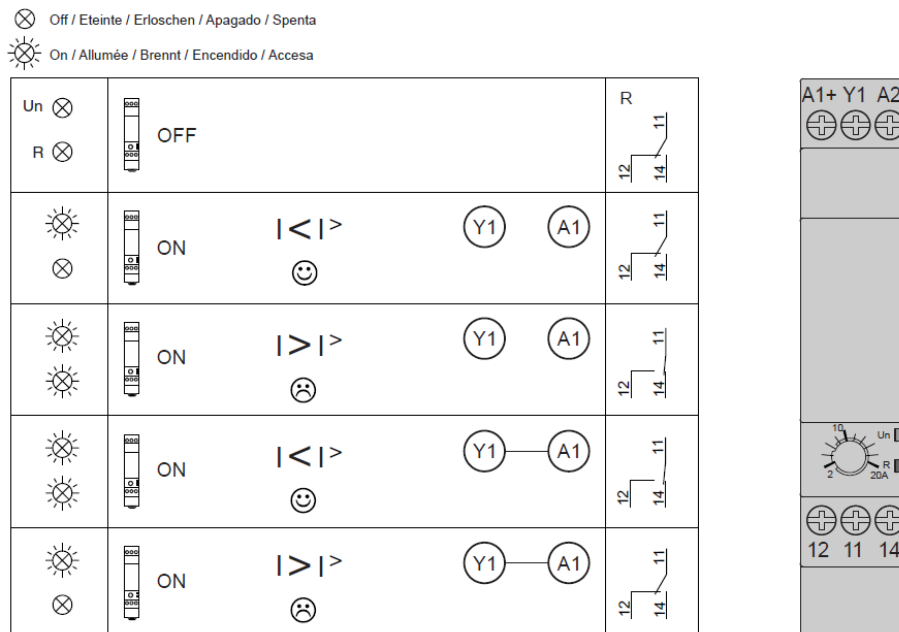
Figura 48. Operación del relé de corriente



Fuente: [Citado el 5 de Abril de 2016]. Disponible en internet: <[http://download.schneiderelectric.com/files?p\\_File\\_Id=682034078&p\\_File\\_Name=1724235\\_01A55.pdf](http://download.schneiderelectric.com/files?p_File_Id=682034078&p_File_Name=1724235_01A55.pdf)>

Lo que se encuentra en negro en la figura 48, indica cuando se activan en cada uno de los métodos de operación, ya sea la bobina o los contactos del relé de control de corriente.

Figura 49. Operación de los contactos del relé



Fuente: [Citado el 5 de Abril de 2016]. Disponible en internet: [http://download.schneiderelectric.com/files?p\\_File\\_Id=682034078&p\\_File\\_Name=1724235\\_01A55.pdf](http://download.schneiderelectric.com/files?p_File_Id=682034078&p_File_Name=1724235_01A55.pdf)

La figura 49 muestra el cambio de contactos para cada uno de los métodos de operación respecto a la corriente sensada.

En las figuras 48 y 49:

- Un, tensión de alimentación de la bobina del relé de corriente
- I>, corriente preseleccionada para controlar
- R, contactos
- I, corriente sensada

Para verificar que el relé haya cambiado sus contactos se enciende el led amarillo y para verificar que la alimentación de la bobina está conectada se enciende un led verde.

En el **ANEXO A** se encuentra el *data sheet* del relé, además de información sobre su montaje.

**3.2.3.3 Acciones corregidas.** Por medio del relé de control de corriente se logra tener pleno control sobre las corrientes de corto circuito. Se utiliza con el primer método de operación. Para que este remplace el funcionamiento que perdió el interruptor de alta tensión, es necesario hacer unas modificaciones al circuito de control.

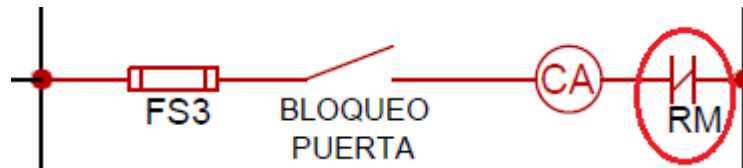
Se agregó la bobina que se decide conectar a 120 [V], además para protegerla de un corto circuito inesperado se conectó en serie un fusible de 1 [A]. Dado que la bobina tiene que estar energizada para que el relé funcione, esta se instaló para que se active apenas se cierre el interruptor principal.

Figura 50. Instalación de la bobina del relé de corriente



Se incluye el contacto normalmente cerrado del relé, este va en serie con la bobina del contactor auxiliar. La función de este ya se explicó en el capítulo anterior, en la...sección 2.2.1...

Figura 51. Inclusión del contacto cerrado del relé de corriente



En el circuito de potencia también ocurren unos cambios, el sensor del relé de control de corriente pasa a formar parte de este circuito, con la novedad que este no va conectado a ningún terminal. Para sensar la corriente es suficiente con pasar el cable del secundario del transformador de corriente de medida, por entre el transformador de corriente del sensor.

Figura 52. Sensor de corriente de forma grafica

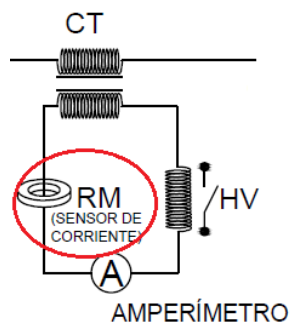
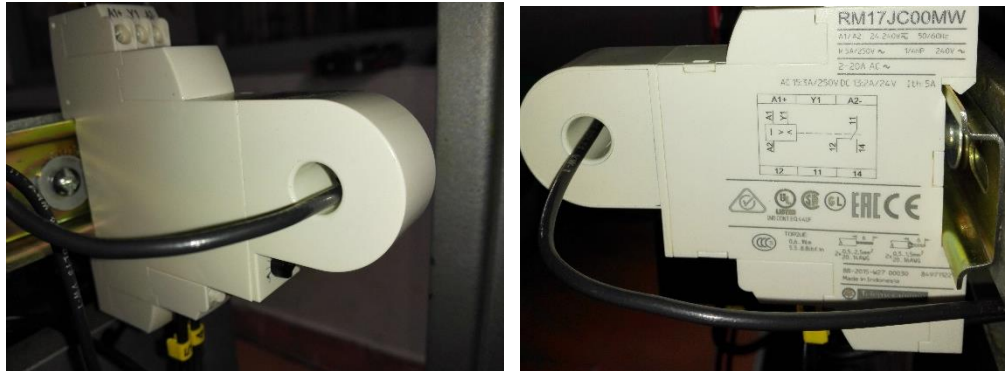


Figura 53. Cable pasando por el sensor del relé de corriente



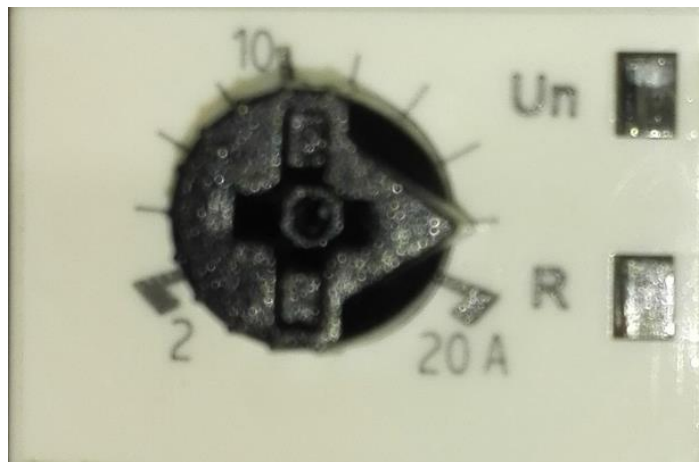
Otro de los cambios que sufre el circuito de potencia es que la bobina del interruptor de alta tensión se deja conectada pero solo como carga para el transformador de corriente ya que el mecanismo que abría el contacto se averió, es decir que el contacto del interruptor ya no depende de esta bobina para abrirse, lo que implica que el contacto de dicho interruptor solo va a ser accionado directamente por la manecilla. En otras palabras este interruptor ya no hace la función de protección contra los cortos circuitos. Del interruptor de alta tensión solo queda funcionando el contacto como una condición para energizar y desenergizar la bobina del contactor principal.

Con este relé también se logra tener diferentes valores de corriente de corte, para esto se ajusta el valor con el potenciómetro. Cuando se utilizaba el interruptor de alta tensión dado que este tenía una sola bobina, este estaba limitado a accionar el interruptor siempre en el mismo valor, que era 5 [A]. En el caso que se tuviera un elemento de prueba por el cual se necesitara que pasara más corriente de corto no se podía hacer.

Figura 54. Corriente a la que disparaba el interruptor



Figura 55. Potenciómetro que permite seleccionar el valor de corriente de corto



**3.2.3.4 Protocolo de maniobras.** Con el fin de garantizar la seguridad de las operaciones realizadas con la consola de corriente alterna, se realiza un protocolo de maniobras para el relé sensor de corriente, dada la importancia de su función que es la de proteger contra sobrecorriente y así garantizar su correcto funcionamiento.

La vida útil de un relé está asociada con el número de ciclos (1 ciclo =abrir y cerrar sus contactos) para el cual está diseñado, pero a su vez estos ciclos están relacionados con la durabilidad eléctrica y mecánica. Con el paso del tiempo sus contactos están sometidos a desgastes y eso incrementa las posibilidades de un mal funcionamiento.

“La durabilidad mecánica es el número de ciclos que puede realizar el aparato sin carga; la durabilidad eléctrica es el número de ciclos que puede realizar pero con carga”<sup>4</sup>.

Para tener un indicador de la vida útil del relé de corriente (**VURC**), se tienen en cuenta dos factores, el primer factor es basado en la durabilidad eléctrica y el segundo factor es un número aproximado de maniobras realizadas en el laboratorio empleando el relé.

Para este cálculo se asume que el relé se utilizara 3 días por semana y cada día operara 10 ciclos, además se toma como referencia que en el calendario académico en un año hay 32 semanas hábiles.

La durabilidad eléctrica del relé de corriente según datos de fábrica es de 100.000 ciclos.

---

<sup>4</sup> ABB. Manual técnico de instalaciones eléctricas. Aparatos de protección y maniobra. La instalación eléctrica. Tomo 1. Bérgamo (Italia). p. 32. [Citado el 5 de Abril de 2016]. Disponible en Internet: <<https://library.e.abb.com/public/79e9d70830db5707c125791f0038dfff/Manual%20tecnico%20de%20instalaciones%20electricas.pdf>>

El número de maniobras aproximado (**NMA**) por año es

$$\mathbf{NMA} = \frac{3 \text{ día}}{\text{semana}} \times \frac{10 \text{ ciclos}}{1 \text{ día}} \times \frac{32 \text{ semanas}}{1 \text{ años}} = \mathbf{960} \frac{\text{ciclos}}{\text{año}} \approx 1000 \frac{\text{ciclos}}{\text{año}}$$

$$\mathbf{VURC} = \frac{\text{durabilidad electrica}}{\text{numero maniobras aproximado}} = 100 \text{ años}$$

**La vida útil, calculada en maniobras es de 100 años.**

**3.2.3.5 Otra opción de relé.** La opción que puede reemplazar el relé de control de corriente seleccionado, es el relé de control de intensidad RM35 JA de la línea Zelio Control, del fabricante Schneider Electric, el cual cuenta con muchas aplicaciones que para solucionar el problema quedarían perdidas, se estaría sobredimensionando en cuanto a operación y costos. Por esto no se decide implementarlo.

Entre las características extras que brinda este relé están:

- Control de corrientes ya sea en alterna o en continua
- Rango de selección de corriente de 2 mA a 15 A
- Permite ajustar la histéresis

En el **ANEXO B** se encuentra toda la información relacionada a la operación e instalación de dicho relé, por si en un futuro se quisiera instalar.

## 4. CONCLUSIONES

Con el avance de la tecnología se ha llegado a lugares inalcanzables y a cosas que se creía, no poder realizar. Estos avances siempre se logran desde la academia, como un primer paso, para luego si mostrarlos a la sociedad e implementarlos en la industria, por ende es de vital importancia que todos los lugares dedicados a enseñar cuenten con instalaciones apropiadas para lograr este fin.

- El primer objetivo que se planteo fue **describir el funcionamiento de la consola de control del transformador elevador de corriente alterna del laboratorio de alta tensión**. Como resultado de este objetivo queda descrito la operación de la consola y funcionamiento del circuito de control y de potencia, también se describe las pruebas que se pueden realizar con esta, los elementos con los que está constituida y como operarla.
- Otro de los objetivos fue **realizar el levantamiento eléctrico de los sistemas de control de la consola**. Con el levantamiento eléctrico realizado a la consola de corriente alterna del laboratorio de alta tensión, se lograron encontrar dos fallas que estaban atentando contra la seguridad, de la consola y del personal que la operaba, la primera que la protección contra sobrecorrientes estaba averiada y la segunda el mal funcionamiento del circuito tranca puerta. Con la solución de estos problemas se logró sacar el máximo provecho de la consola, ya que se pueden realizar todas las pruebas para las que fue diseñada, pero además con la confianza que se está protegido.

Se logra la actualización del plano del accionamiento eléctrico de la consola, puesto que la información que se tenía no estaba acorde a las conexiones de los elementos, por lo tanto no había claridad.

Asimismo en toda instalación eléctrica es necesario tener una buena documentación de todos los elementos instalados, esta documentación debe ir de la mano con un buen etiquetado de los cables para que su localización sea más rápida, como resultado de este objetivo se deja documentado un plano donde se indica cómo están conectados los elementos de la consola y las etiquetas de sus cables.

- Como tercer objetivo se planteó **revisar y hacer el diagnóstico de los elementos que hacen parte de la seguridad de la consola de control del generador de corriente alterna del laboratorio de alta tensión**. El cableado del circuito de control de la consola presentaba un deterioro avanzado debido a la falta de mantenimiento, con el nuevo cableado se aumenta la seguridad en sus operaciones.
- El objetivo final **seleccionar e implementar los dispositivos de protección necesarios para mejorar la seguridad de la operación de la consola**, se logró desarrollar la implementación de un nuevo sistema de protección en la consola de corriente alterna logrando mejorar la seguridad en la ejecución de pruebas a frecuencia industrial, también se protege la consola, aumentado su vida útil y protegiendo al personal que la opera.

- Con el desarrollo de este proyecto la universidad y los estudiantes se benefician porque permite realizar pruebas de corto circuito, que anteriormente no se podían llevar a cabo, contribuyendo al desarrollo del sistema eléctrico colombiano con la prestación de nuevos servicios para pruebas y ensayos de tensión.
- Los resultados del desarrollo de este proyecto de grado, son una aplicación real en el área de accionamientos eléctricos, con esto se demuestra los conocimientos brindados por la universidad y los adquiridos durante el proceso de formación.

## 5. RECOMENDACIONES

- Para medir la corriente que pasa por el primario del transformador elevador de alta tensión se sugiere hacer el cambio del amperímetro por uno que corresponda a la relación de transformación del transformador de corriente.
- Se recomienda tener en cuenta este trabajo de grado para la realización de futuros mantenimientos y corrección de posibles fallas.
- Se recomienda revisar el Manual de laboratorio de alta tensión, el cual brinda una guía más completa y detallada de todos los ensayos que se pueden realizar en corriente alterna.

## BIBLIOGRAFÍA

ABB. Manual técnico de instalaciones eléctricas. Aparatos de protección y maniobra. La instalación eléctrica. Tomo 1. Bérgamo (Italia). [Citado el 5 de Abril de 2016]. Disponible en Internet: <<https://library.e.abb.com/public/79e9d70830db5707c125791f0038dfff/Manual%20tecnico%20de%20instalaciones%20electricas.pdf>>

BAUTISTA PARRA, Ramiro Alfonso y ROJAS CALERO, Rodny. Automatización de la Consola de Corriente Alterna en el Laboratorio de Alta Tensión Utilizando Computador Personal. Trabajo de Grado Ingeniero Electrónico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, 2004. 112 p.

GELVES FIGUEREDO, Julio Augusto. Accionamientos eléctricos. Control electromecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de fisicomecánicas. Departamento de ingeniería eléctrica y electrónica, 1994. 80 p.

GONZÁLEZ BOTELLO, Sergio Ariel y ROJAS REYES, Ricardo. Automatización de la consola de corriente alterna para el laboratorio de Alta Tensión. Trabajo de Grado Ingeniero Electricista. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, 1996. 107 p.

MARTÍNEZ U., Luis Francisco. Manual de Mantenimiento del Equipo de Alta Tensión y Recomendaciones para la Ejecución de Pruebas. Trabajo de Grado Ingeniero Electricista. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, 1969.

RUGELES J., Julio y CHACÓN VELASCO, Julio César. Laboratorio de Alta Tensión. Manual de Practicas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.

## ANEXO A

### RELÉ DE CONTROL DE CORRIENTE RM17JC00MW

#### *INSTRUCTION SHEET*<sup>5</sup>

3 HOJAS

#### *DATA SHEET*<sup>6</sup>

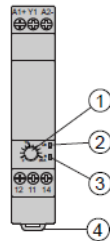
5 HOJAS

---

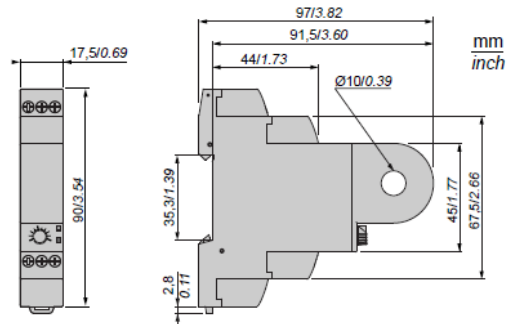
<sup>5</sup> SCHNEIDER ELECTRIC. Instruction Sheet- RM17JC00MW Current Control Relay RM17-J - Range: 2..20 A. [Cited 5 April, 2016]. Available from Internet: <[http://download.schneider-electric.com/files?p\\_File\\_Id=682034078&p\\_File\\_Name=1724235\\_01A55.pdf](http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=682034078&p_File_Name=1724235_01A55.pdf)>

<sup>6</sup> SCHNEIDER ELECTRIC. Product data sheet Characteristics- RM17JC00MW Current Control Relay RM17-J - Range: 2..20 A. [Cited 5 April, 2016]. Available from Internet: <[http://www.schneider-electric.com/en/product-range-selector/528-zelio-control/?p\\_url=http%3A%2F%2Fwww.ops-ecat.schneider-electric.com%2Fecatalogue%2Fbrowse.do%3Fel\\_typ%3Dproduct%26cat\\_id%3DBU\\_AUT\\_528\\_L3%26prd\\_id%3DRM17JC00MW%26scp\\_id%3DZ000&xtrmc=rm17jc00mw&xtr=13](http://www.schneider-electric.com/en/product-range-selector/528-zelio-control/?p_url=http%3A%2F%2Fwww.ops-ecat.schneider-electric.com%2Fecatalogue%2Fbrowse.do%3Fel_typ%3Dproduct%26cat_id%3DBU_AUT_528_L3%26prd_id%3DRM17JC00MW%26scp_id%3DZ000&xtrmc=rm17jc00mw&xtr=13)>

1500 0309



- ① - Overcurrent adjusting potentiometer.
  - ② - Power supply status (green) LED. Un
  - ③ - Relay output status (yellow) LED. R
  - ④ - 35 mm rail clip-in spring
- ① - Potentiomètre de réglage de surintensité.
  - ② - LED d'état (verte) de l'alimentation. Un
  - ③ - LED d'état (jaune) de la sortie relais. R
  - ④ - Ressort de clipsage sur rail de 35 mm
- ① - Potentiometer zur Einstellung des Überstroms.
  - ② - Status-LED (grün) der Stromversorgung. Un
  - ③ - Status-LED (gelb) des Relaisausgangs. R
  - ④ - Klemmfeder auf 35 mm Schiene.



- ① - Potenciómetro de ajuste de sobre intensidad.
  - ② - LED de estado (verde) de la alimentación. Un
  - ③ - LED de estado (amarillo) de la salida relé. R
  - ④ - Resorte de clipsado en carril 35 mm
- ① - Potenziometro di regolazione di sovrintensità.
  - ② - LED di stato (verde) dell'alimentazione. Un
  - ③ - LED di stato (giallo) dell'uscita relé. R
  - ④ - Molla di aggancio su barra metallica da 35 mm

⚠ DANGER	⚠ DANGER	⚠ GEFAHR	⚠ PELIGRO	⚠ PERICOLO
<p><b>HAZARD OF ELECTRIC SHOCK, EXPLOSION OR ARC FLASH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Turn power off before installing, removing, wiring or maintaining.</li> <li>- Confirm that the product power supply voltage and its tolerances are compatible with those of the network.</li> </ul> <p>Failure to follow these instructions will result in death or serious injury.</p>	<p><b>RISQUE D'ELECTROCUTION, D'EXPLOSION OU D'ARC ELECTRIQUE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Couper l'alimentation avant d'installer, de câbler ou d'effectuer une opération de maintenance.</li> <li>- Assurez-vous que la tension d'alimentation du produit, avec ses tolérances, est compatible avec celle du réseau.</li> </ul> <p>Le non-respect de cette instruction entraînera la mort ou des blessures graves.</p>	<p><b>STROMSCHLAG-, EXPLOSIONS- ODER LICHTBOGENGFAHR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterbrechen Sie die Stromversorgung vor dem Installieren, Verkabeln oder Wartungsoperationen.</li> <li>- Stelle Sie sicher, dass die Versorgungsspannung des Produkts einschließlich Toleranzen mit den Netzbedingungen vereinbar ist.</li> </ul> <p>Die Nichtbeachtung dieser Anweisung wird den Tod oderschwere Körperverletzung zur Folge haben.</p>	<p><b>RIESGO DE ELECTROCUCIÓN, EXPLOSIÓN O ARCO ELÉCTRICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desconecte la alimentación antes de realizar los procesos de instalación, cableado, o mantenimiento.</li> <li>- Asegúrese de que la tensión de alimentación del producto y sus tolerancias son compatibles con las de la red eléctrica.</li> </ul> <p>Si no se respetan estas instrucciones, se producirán graves daños corporales o la muerte.</p>	<p><b>RISCHIO DI SCOSSA ELETTRICA, DI ESPLOSIONE O DI OFTALMIA DA FLASH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prima di procedere all'installazione, effettuare operazioni di manutenzione o di intervenire sui cavi, togliere l'alimentazione.</li> <li>- Assicurarsi che la tensione di alimentazione del prodotto e le relative tolleranze sia compatibile con quelle della rete.</li> </ul> <p>La mancata osservanza di questa istruzioni comporta gravi rischi per la vita e l'incolumità personale.</p>
⚠ WARNING	⚠ AVERTISSEMENT	⚠ WARNUNG	⚠ ADVERTENCIA	⚠ AVVERTENZA
<p><b>UNINTENDED EQUIPMENT OPERATION OR INADEQUATE OVERCURRENT PROTECTION</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- This product is not intended for use in safety critical machine functions.</li> <li>- Where personnel and or equipment hazard exist, use appropriate hard-wired safety interlocks.</li> <li>- Do not disassemble, repair or modify the product.</li> <li>- This controller is designed for use within an enclosure according to specifications described in these instructions in the paragraph on installation conditions.</li> <li>- Install the product in the operating environment conditions described in this document.</li> <li>- Install properly rated fuses as recommended on page 3 of this document.</li> </ul> <p>Failure to follow these instructions can result in death, serious injury, or equipment damage.</p>	<p><b>FONCTIONNEMENT INATTENDU DE L'EQUIPEMENT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ce produit ne doit pas être utilisé dans des fonctions critiques de machine de sûreté.</li> <li>- Là où il existe des risques pour le personnel et/ou le matériel, utilisez les contacts de sécurité câblés appropriés.</li> <li>- Veuillez ne pas démonter, réparer, ni modifier le produit.</li> <li>- Respectez les conditions d'installation et de fonctionnement du produit décrites dans ce document.</li> <li>- Installer les fusibles calibrés comme indiqué à la page 3 du présent document.</li> </ul> <p>Le non-respect de cette directive peut entraîner la mort, des lésions corporelles graves ou des dommages matériels.</p>	<p><b>RISIKEN BEI UNBEABSICHTIGTEM BETRIEB DER AUSRÜSTUNG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dieses Produkt darf nicht in kritisch sicherheitsrelevanten Funktionen der Maschine eingesetzt werden.</li> <li>- Falls Risiken für Personal und/oder Material bestehen, nur die entsprechenden verkabelten Sicherheitskontakte verwenden.</li> <li>- Versuchen Sie nie, das Produkt zu demontieren, reparieren oder modifizieren.</li> <li>- Das Produkt muss unter den in diesem Dokument beschriebenen äußeren Betriebsbedingungen installiert werden.</li> <li>- Installieren Sie richtig bemessene Sicherungen wie auf Seite 3 dieses Dokuments empfohlen.</li> </ul> <p>Die Nichtbeachtung dieser Anweisung kann den Tod, Körperverletzung oder Materialschäden zur Folge haben.</p>	<p><b>OPERACION DEL EQUIPO INVOLUNTARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Este producto no esta diseñado para un uso en funciones criticas de una maquina de seguridad.</li> <li>- Donde existan riesgos para el personal o el equipamiento, use cierres de seguridad cableados adaptados.</li> <li>- No desmonte, repare ni modifique los productos.</li> <li>- Instalar el producto en las condiciones ambientales de funcionamiento que se describen en este documento.</li> <li>- Instalar los fusibles calibrados como se indica en la página 3 de este documento.</li> </ul> <p>Si no se respetan estas precauciones pueden producirse graves lesiones, daños materiales o incluso la muerte.</p>	<p><b>PRECAUZIONI PER L'USO DELL'APPARECCHIATURA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Questo prodotto non deve essere utilizzato in funzioni critiche di macchina di sicurezza.</li> <li>- Qualora vi siano rischi per il personale e/o per il materiale, utilizzare i contatti di sicurezza ed i cavi appropriati.</li> <li>- Non smontare, riparare o modificare il prodotto.</li> <li>- Installare il prodotto nelle condizioni ambientali di funzionamento descritte in questo documento.</li> <li>- Installare i fusibili correttamente dimensionati come indicato alle pagine 3 di questo documento.</li> </ul> <p>La mancata osservanza di questa precauzione può causare gravi rischi per l'incolumità personale o danni alle apparecchiature.</p>
<p>Electrical equipment should be installed, operated, serviced, and maintained only by qualified personnel. No responsibility is assumed by Schneider Electric for any consequences arising out of the use of this material.</p>	<p>Les équipements électriques doivent être installés, exploités et entretenus par un personnel qualifié. Schneider Electric n'assume aucune responsabilité des conséquences éventuelles découlant de l'utilisation de cette documentation.</p>	<p>Elektrische Geräte dürfen nur von Fachpersonal installiert, betrieben, gewartet und instand gesetzt werden. Schneider Electric haftet nicht für Schäden, die aufgrund der Verwendung dieses Materials entstehen.</p>	<p>Sólo el personal de servicio cualificado podrá instalar, utilizar, reparar y mantener el equipo eléctrico. Schneider Electric no asume las responsabilidades que pudieran surgir como consecuencia de la utilización de este material.</p>	<p>Le apparecchiature elettriche devono essere installate, usate e riparate solo da personale qualificato. Schneider Electric non assume nessuna responsabilità per qualunque conseguenza derivante dall'uso di questo materiale.</p>

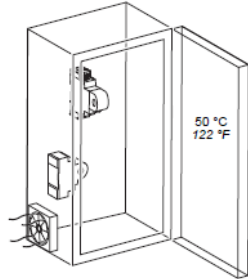


Rail 35 mm / 1.38 in →  
 Rail 35 mm / 1.38 in →  
 Schiene 35 mm / 1.38 in →  
 Riel 35 mm / 1.38 in →  
 Guida 35 mm / 1.38 in →  
 IEC/EN 60715

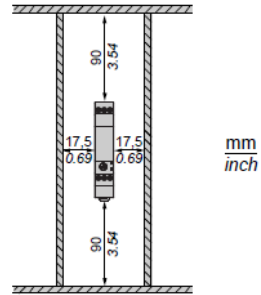
mm inch	6 0.24			
mm <sup>2</sup>		0.5...2.5	0.5...1.5	
AWG		20...14	20...16	
Pozidriv n° 0		Ø 4 mm / 0.16 in		Nm 0,6...1 lb-in 5.3...8.8

Typical value				
⋯ 24 V	5 A	100 000	1 A	100 000
~ 24 V	5 A	100 000	2 A	100 000
~ 250 V max	5 A	100 000	2 A	100 000

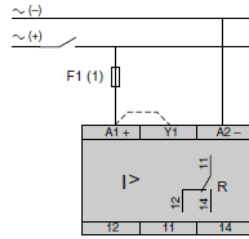
Installation conditions / Conditions d'installation / Installationsbedingungen / Condiciones de instalación / Condizioni d'installazione



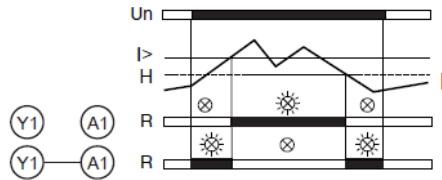
Power factor 100 %  
 Facteur de marche 100 %  
 Einschaltdauer 100 %  
 Factor de marcha 100 %  
 Fattore di potenza 100 %



Supply circuit	Alimentation	Stromversorgung	Alimentación	Alimentazione	
Rated voltage supply Un	Tensions nominales d'alimentation Un	Nennspannung	Tensiones nominales de alimentación Un	Tensioni nominali di alimentazione Un	~ <sub>rms</sub> 24...240 V
Voltage supply range	Plage d'utilisation	Benutzungsbereich	Rango de utilización	Campo di utilizzazione	~ <sub>rms</sub> 20.4...264 V 20.4...264 V
Inputs and measuring circuit	Entrées et circuit de mesure	Eingänge und Messkreis	Entradas y circuito de medida	Ingressi e circuito di misurazione	
Measuring ranges	Gamme de mesure	Messbereich	Rangos de medida	Gamme di misurazione	2...20 A
Measured signals frequency	Fréquence du signal à mesurer	Frequenz des zu messenden Signals	Frecuencia de la señal a medir	Frequenza del segnale da misurare	40...70 Hz
Service conditions	Conditions de fonctionnement	Betriebsbedingungen	Condiciones de funcionamiento	Condizioni di funzionamento	
Operating temperature	Température de fonctionnement	Betriebstemperatur	Temperatura de funcionamiento	Temperatura di funzionamento	°C -20...+50 °F -4...+122
Storage temperature	Température de stockage	Lagerungs-temperatur	Temperatura de almacenamiento	Temperatura d'immagazzinamento	°C -40...+70 °F -40...+158
Relative Humidity (non-condensing)	Humidité relative (sans condensation)	Relative Luftfeuchtigkeit (ohne Kondensation)	Humedad relativa (no condensante)	Umidità relativa (senza condensa)	max. 95 %
Pollution Degree Cat III/3	Degré de pollution Cat III/3	Verschmutzungsgrad Kat III/3	Grado de contaminación Cat III/3	Grado d'inquinamento Cat III/3	IEC60664-1/60255-5
Degree of Protection - Terminals : - Housing :	Degré de protection - Bornier : - Boîtier :	Schutzart - Klemme : - Gehäuse :	Grado de protección - Termina : - Caja :	Grado di protezione - Morsettiere : - Involucro :	IP 20 IP 30



(1) 1 A fast-acting fuse. UL...Class CC ; IEC...gG  
 Fusible rapide 1 A. UL...Class CC ; IEC...gG  
 Schnellsicherung 1 A. UL...Klasse CC ; IEC...gG  
 Fusible rápido 1 A. UL...Clase CC ; IEC...gG  
 Fusibile rapido 1 A. Omologato UL...Classe CC ; IEC...gG



⊗ Off / Eteinte / Erlöschen / Apagado / Spenta  
 ☀ On / Allumée / Brennt / Encendido / Accesa

Un ⊗ R ⊗	OFF			R
☀ ⊗	ON	I < I>	☺	Y1 A1
☀ ☀	ON	I > I>	☹	Y1 A1
☀ ☀	ON	I < I>	☺	Y1—A1
☀ ⊗	ON	I > I>	☹	Y1—A1



Product data sheet  
Characteristics

RM17JC00MW  
current control relay RM17-J - range: 2..20 A



Main

Range of product	Zelio Control
Product or component type	Modular measurement and control relays
Relay type	Current control relay
Relay name	RM17JC
Relay monitored parameters	Overcurrent detection
Switching capacity in VA	1250 VA
Minimum switching current	10 mA at 5 V DC
Power consumption in VA	<= 3 VA
Measurement range	2...20 A current
Utilisation category	DC-14 conforming to IEC 60947-5-1 DC-13 conforming to IEC 60947-5-1 DC-12 conforming to IEC 60947-5-1 AC-15 conforming to IEC 60947-5-1 AC-14 conforming to IEC 60947-5-1 AC-13 conforming to IEC 60947-5-1 AC-12 conforming to IEC 60947-5-1

Complementary

Maximum switching voltage	250 V AC/DC
[Us] rated supply voltage	24...240 V AC/DC, 50/60 Hz +/- 10 %
Supply voltage limits	20.4...264 V AC/DC
Operating voltage tolerance	- 15 % + 10 % Un
Power consumption in W	<= 1 W
Control circuit frequency	40...70 Hz sinusoidal
Output contacts	1 C/O
Nominal output current	5 A
Measuring cycle	<= 30 ms measurement cycle as true rms value
Hysteresis	15 % fixed of threshold setting
Delay at power up	0.5 s
Measurement accuracy	+/- 10 % of the full scale value
Repeat accuracy	+/- 0.5 % for input and measurement circuit
Measurement error	< 1 % over the whole range with voltage variation +/- 0.05 %/°C with temperature variation
Response time	< 200 ms in the event of a fault
Polarity	Yes DC
Threshold setting	10...100 %
Input current	300000 mA non repetitive < 3 s at 25 °C 100000 mA permanent at 25 °C
Marking	CE : 73/23/EEC CE : EMC 89/336/EEC
Overvoltage category	III conforming to IEC 60664-1
Insulation resistance	> 500 MOhm at 500 V DC conforming to IEC 60664-1 > 500 MOhm at 500 V DC conforming to IEC 60255-5
[Ui] rated insulation voltage	400 V conforming to IEC 60664-1
Insulation	Between supply and measurement
Operating position	Any position without derating

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Connections - terminals	Screw terminals 2 x 0.2...2 x 1.5 mm <sup>2</sup> - AWG 24...AWG 16, flexible cable with cable end Screw terminals 1 x 0.2...1 x 2.5 mm <sup>2</sup> - AWG 24...AWG 12, flexible cable with cable end Screw terminals 2 x 0.5...2 x 2.5 mm <sup>2</sup> - AWG 20...AWG 14, solid cable without cable end Screw terminals 1 x 0.5...1 x 4 mm <sup>2</sup> - AWG 20...AWG 11, solid cable without cable end
Tightening torque	0.6...1 N.m conforming to IEC 60947-1
Housing material	Self-extinguishing plastic
Local signalling	LED yellow for relay ON LED green for power ON
Mounting support	35 mm symmetrical DIN rail conforming to EN/IEC 60715
Electrical durability	100000 cycles
Mechanical durability	30000000 cycles
Operating rate	<= 360 operations/hour under full load
Contacts material	Cadmium free
Width	17.5 mm
Product weight	0.13 kg

### Environment

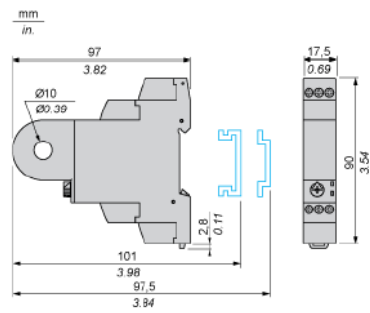
Immunity to microbreaks	10 ms
Electromagnetic compatibility	Immunity for industrial environments conforming to NF EN/IEC 61000-6-2 Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments conforming to EN/IEC 61000-6-3 Emission standard for industrial environments conforming to EN/IEC 61000-6-4
Standards	EN/IEC 60255-6
Product certifications	CSA C-Tick GL GOST UL
Ambient air temperature for storage	-40...70 °C
Ambient air temperature for operation	-20...50 °C
Relative humidity	95 % at 55 °C conforming to IEC 60068-2-30
Vibration resistance	1 gn (f = 57.6...150 Hz) conforming to IEC 60255-21-1 0.35 mm (f = 5...57.6 Hz) conforming to IEC 60068-2-6
Shock resistance	15 gn for 11 ms conforming to IEC 60255-21-1
IP degree of protection	IP30 (casing) conforming to IEC 60529 IP20 (terminals) conforming to IEC 60529
Pollution degree	3 conforming to IEC 60664-1
Dielectric test voltage	2 kV AC 50 Hz
Non-dissipating shock wave	4 kV

---

Current Control Relays

---

Dimensions and Mounting

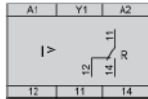


---

Current Control Relays

---

Wiring Diagram

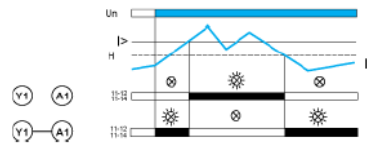


---

Function Diagram

---

Control of Overcurrent



Legend

$U_n$  Supply voltage

$I$  Monitored current

$H$  Hysteresis

$I >$  Overcurrent threshold (set by means of a potentiometer)

11-12/11-14, 21-22/21-24 Output relay connections (refer to Connections and Schema)

Relay status: black color = energized.

NOTE: When terminal Y1 is linked to A1 (+), the output is reversed.

## ANEXO B

### RELÉ DE CONTROL DE CORRIENTE RM35 JA

*DATA SHEET*<sup>7</sup>

6 HOJAS

---

<sup>7</sup> SCHNEIDER ELECTRIC. Presentation, description- Zelio Control-modular measurement and control relays- Current control relays RM35 JA. [Cited 5 April, 2016]. Available from Internet: <[http://download.schneider-electric.com/files?p\\_Reference=28608-EN&p\\_File\\_Id=3470738&p\\_File\\_Name=28608-EN+%28web%29.pdf](http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=28608-EN&p_File_Id=3470738&p_File_Name=28608-EN+%28web%29.pdf)>



RM35 JA3 MW

### Presentation

Multifunction current control relays RM35 JA3 MW monitor both a.c. and d.c. currents.

- Automatic  $\square$  or  $\sim$  recognition,
- Measurement ranges from 2 mA to 15 A,
- Selection between overcurrent and undercurrent,
- Measurement as true rms value,
- Selectable memory function.

Settings are protected by a sealable cover.

Control status is indicated by a LED.

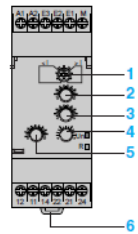
The relays are designed for clip-on mounting on 35 mm rail

### Applications

- Excitation control of d.c. machines,
- Control of load state of motors and generators,
- Control of current drawn by a 3-phase motor,
- Monitoring of heating or lighting circuits,
- Control of pump draining (undercurrent),
- Control of overtorque (crushers),
- Monitoring of electromagnetic brakes or clutches.

### Description

RM35 JA31MW, RM35 JA32MW



- 1 Configuration: selection of operating mode <I / >I, (with or without memory)  
**Memory - No Memory.**
- 2 Current threshold setting potentiometer. 1 %
- 3 Hysteresis adjustment potentiometer.  
**Hysteresis**
- 4 Time delay adjustment potentiometer. Tt
- 5 Starting inhibit time delay adjustment potentiometer. Ti
- 6 Spring for clip-on mounting on 35 mm rail.

Un Green LED: indicates that supply to the relay is on.

R Yellow LED: indicates relay output state.

### Operating principle

Control relays RM35 JA3•MW are designed for the monitor of a.c. or d.c. currents.

They automatically recognise the form of the  $\square$  or  $\sim$  (50 or 60 Hz) signal and can provide direct monitor up to 15 A. Above this value, a current transformer can be connected.

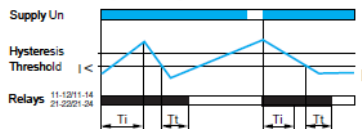
Fault signalling is by LED.

### Function diagrams

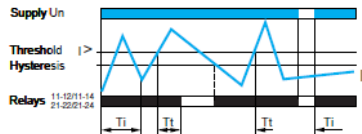
- Function: Undercurrent detection.  $< I$
- without memory. **No Memory**



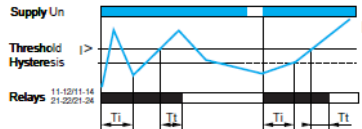
- with memory. **Memory**



- Function: Overcurrent detection.  $> I$
- without memory. **No Memory**



- with memory. **Memory**



Ti: starting inhibit time (adjustable on front panel)  
Tt: time delay after crossing of threshold (adjustable on front panel)

### a.c. or d.c. current control relays: RM35 JA31MW and JA32MW

The operating mode is fixed by the user:

A switch allows selection between the following modes:

- Undercurrent, with or without memory,
- Overcurrent, with or without memory.

The position of the switch, and therefore the operating mode, is read by the product on energisation.

If the switch is set to an unacceptable position, the product detects a fault, the output relay stays open and the LEDs flash to signal the position error.

If the switch position is changed while the device is operating, all the LEDs flash, but the product continues to operate normally with the function selected at the time of energisation preceding the change of position.

The LED's return to their normal state if the switch is returned to the original position selected prior to the last energisation.

The undercurrent or overcurrent threshold value is set by means of a potentiometer graduated as a percentage of the scale value of I to be monitored.

The hysteresis is adjusted by means of a potentiometer graduated from 5...50 % of the threshold setting.

The hysteresis value must not exceed the limit values of the measuring range.

In overcurrent (undercurrent) mode, if the current exceeds (falls below) the threshold setting for a time greater than that set on the front panel (0.3...30 s), the relays open and the LED goes out.

As soon as the current returns to below (above) the threshold minus (plus) hysteresis, the relay instantly closes again.

"Memory" mode:

If "Memory" mode is selected, the relay opens when crossing of the threshold is detected and then stays in that position.

The power must be switched off to reset the product.

On energisation, an inhibit time delay (1...20 s) makes it possible to inhibit current peaks (or troughs) on start-up of equipment.

Environment characteristics		
Conforming to standards		NF EN 60255-6 and IEC 60255-6
Product certifications		UL, CSA, GL, C-Tick, GOST
Marking		CE: 73/23/EEC and EMC 89/336/EEC
Ambient air temperature around the device	Storage	°C - 40...+ 70
	Operation	°C - 20...+ 50
Permissible relative humidity	Conforming to IEC 60068-2-30	2 x 24 hours...+ 95 % RH at + 55 °C (without condensation)
Vibration resistance	Conforming to IEC 60068-2-6, 60255-21-1	0.35 mm from 5...57.6 Hz 1 g from 57.6...150 Hz
Shock resistance	Conforming to IEC 60255-21-2	15 gn - 11 ms
Degree of protection	Casing	IP 30
Conforming to IEC 60529	Terminals	IP 20
Degree of pollution	Conforming to IEC 60664-1	3
Overvoltage category	Conforming to IEC 60664-1	III
Insulation resistance	Conforming to IEC 60664-1, 60255-5	> 500 MΩ, ∞: 500 V
Rated insulation voltage	Conforming to IEC 60664-1	V 250
Insulation test voltage	Dielectric test	kV 2...~ 50 Hz, 1 min.
To IEC 60664-1/60255-5	Shock wave	kV 4 (1.2/50 μs)
Connection	Solid cable without cable end	mm² 1 conductor: 0.5...4 (AWG 20...AWG 11) 2 conductors: 0.5...2.5 (AWG 20...AWG 14)
Maximum c.s.a.	Flexible cable with cable end	mm² 1 conductor: 0.2...2.5 (AWG 24...AWG 12) 2 conductors: 0.2...1.5 (AWG 24...AWG 16)
Conforming to IEC 60947-1		
Tightening torque	Conforming to IEC 60947-1	0.6...1 N.m / 5.3...8.8 Lbf.in
Housing material		Self-extinguishing plastic
Power ON indicator		Green LED
Relay state indicator		Yellow LED
Mounting position without derating	In relation to normal vertical mounting plane	Any position
Mounting	Conforming to IEC/EN 60715	On 35 mm rail
Supply characteristics		
Rated supply voltage Un	V	~: 24...240
Operating range	V	~: 20.4...264
Polarity on d.c. supply		No
Voltage limits	Of the power supply circuit	- 15 %, + 10 %
Frequency	Of the power supply circuit	50/60 Hz ± 10 %
Galvanic isolation, supply/measurement		Yes
Maximum power consumption		~ 3.5 VA, ∞: 0.6 W
Immunity to microbreaks	ms	50
Immunity to electromagnetic interference		
Electromagnetic compatibility		Immunity NF EN 61000-6-2 / IEC 61000-6-2 Emission NF EN 61000-6-4, NF EN 61000-6-3, IEC 61000-6-4, IEC 61000-6-3

Measurement circuit and input characteristics			
Relay type		RM35 JA31MW	RM35 JA32MW
Measurement range		2...500 mA	0.15...15 A
Sub-measurement range	E1-M	2...20 mA	0.15...1.5 A
	E2-M	10...100 mA	0.5...5 A
	E3-M	50...500 mA	1.5...15 A
Input resistance	E1-M	Ω	5
	E2-M	Ω	1
	E3-M	Ω	0.2
Continuous overload at 25 °C	E1-M	A	0.4
	E2-M	A	1
	E3-M	A	2
Non-repetitive overload < 1 sec	E1-M	A	1
	E2-M	A	5
	E3-M	A	8
Frequency of the measured signal	Hz	40...70 ± 10 %	
Maximum measuring cycle	ms	30/measurement as true rms value	
Threshold setting		10...100 % of the range	
Adjustable hysteresis		5...50 % of the threshold setting	
Setting accuracy		± 10 % of the full scale value	
Repeat accuracy (with constant parameters)		± 0.5 %	
Measurement error with voltage variation		1 % over the whole range	
Measurement error with temperature variation		0.2 % / °C	
Time delay characteristics			
Time delay on energisation T <sub>I</sub>	s	1...20, 0 + 10 %	
Time delay on crossing the threshold T <sub>t</sub>	s	0.3...30, 0 + 10 %	
Repeat accuracy (with constant parameters)		± 2 %	
Reset time	s	1.5	
Delay on pick-up	ms	300	
Output characteristics			
Type of output		2 C/O contacts	
Contact type		Cadmium-free	
Maximum switching voltage	V	~/∞; 250	
Rated breaking capacity	VA	1250	
Minimum breaking current	mA	10/∞; 5 V	
Maximum breaking current	A	~/∞; 5	
Electrical durability		1 x 10 <sup>6</sup> operating cycles	
Mechanical durability		30 x 10 <sup>6</sup> operating cycles	
Maximum operating rate		360 operations/hour under full load	
Utilisation categories	Conforming to IEC 60947-5-1	AC-12, AC-13, AC-14, AC-15, DC-12, DC-13, DC-14	

## Zelio Control - modular measurement and control relays

Current control relays RM35 JA

### References



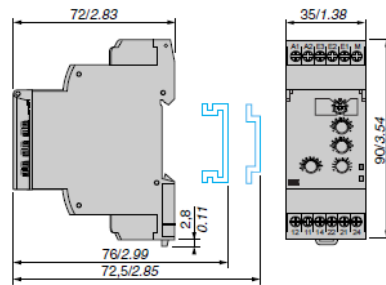
RM35 JA31MW

RM35 JA32MW

Function	Range controlled	Supply	Output	Reference	Weight
		V			kg
■ Overcurrent or undercurrent	2 ... 500 mA	$\sim$ 24 ... 240	2 C/O 5 A	RM35 JA31MW	0.130
	0.15 ... 15 A	$\sim$ 24 ... 240	2 C/O 5 A	RM35 JA32MW	0.130

### Dimensions

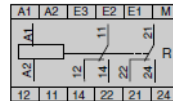
RM35 JA3•MW



mm/in.

### Scheme

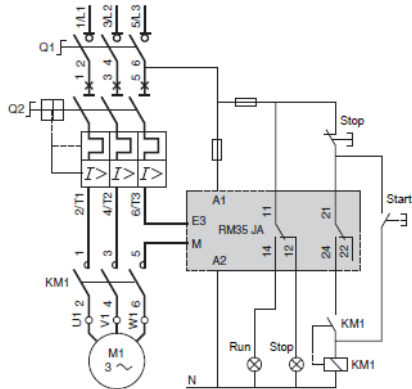
RM35 JA3•MW



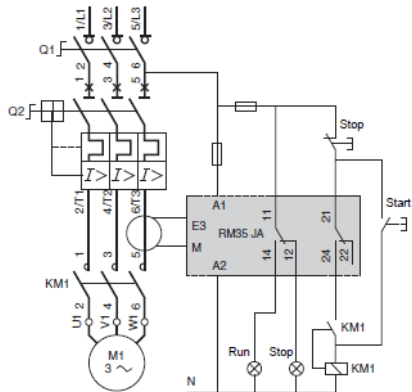
**Application schemes**

Example: detection of jamming on a crusher (overcurrent function)

Current measured  $\leq 15$  A



Current measured  $> 15$  A

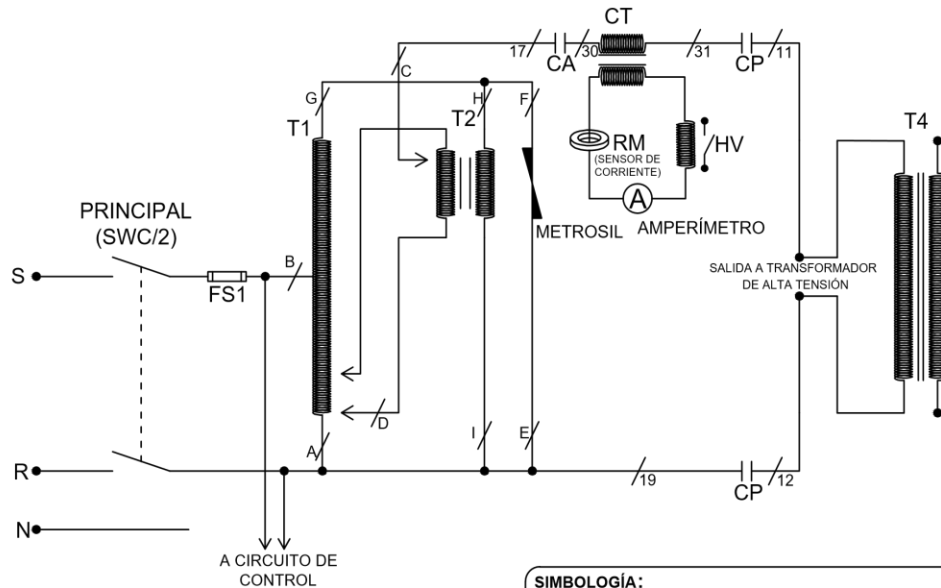


## **ANEXO C**

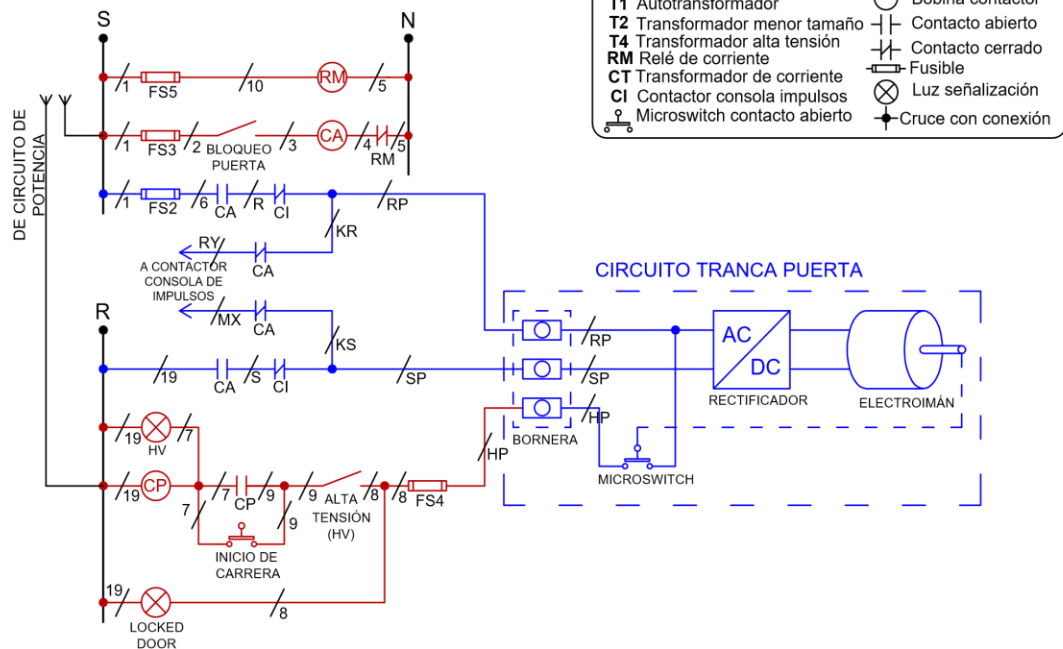
**PLANO CON MARCAS DEL ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO DE LA CONSOLA  
DE CORRIENTE ALTERNA**

# CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA DEL LABORATORIO DE ALTA TENSION

## CIRCUITO DE POTENCIA



## CIRCUITO DE CONTROL



**SIMBOLOGÍA:**

CP Contactor principal	/-/ Marcador tipo anillo
CA Contactor auxiliar	/- Interruptor
T1 Autotransformador	○ Bobina contactor
T2 Transformador menor tamaño	⊥ Contacto abierto
T4 Transformador alta tensión	⊥ Contacto cerrado
RM Relé de corriente	⊥ Fusible
CT Transformador de corriente	⊗ Luz señalización
CI Contactor consola impulsos	⊕ Microswitch contacto abierto
	⊕ Cruce con conexión

PROYECTO:  
**ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO DE LA CONSOLA DE CORRIENTE ALTERNA**

PL. N°  
**1**  
DE  
**1**

DISEÑO:  
ANDRÉS FABIAN TORRES RICAURTE  
JUAN CAMILO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ  
ESTUDIANTES DE ING. ELÉCTRICA

PROPIETARIO: Laboratorio de alta tensión de la Universidad Industrial de Santander

FECHA: ABRIL de 2016

ESCALA: SIN ESCALA