

Anexo A

Anexo técnico

Introducción

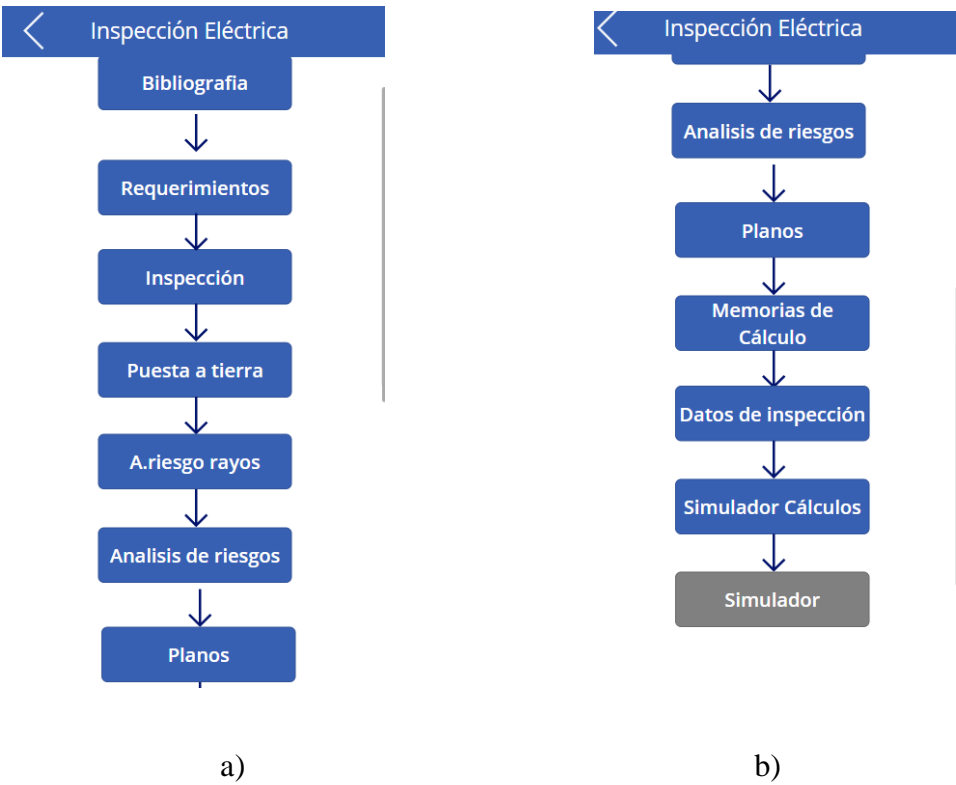
En el mundo industrial la eficiencia y la innovación es la garantía de éxito, la industria eléctrica no es la excepción, el mercado es aún más rápido con la transición energética y la implementación de nuevas tecnologías, de este modo se hace necesario su regulación para que la aplicación de dichas tecnologías no signifiquen un peligro para los usuarios, en cumplimiento de lo anterior el gobierno colombiano publica el nuevo reglamento Retie, vigente a partir de abril del presente año 2024, esto presenta nuevos desafíos para los involucrados en el sector eléctrico, con el fin de introducir una herramienta que facilite el trabajo y capacitación en los procesos de certificación de instalaciones eléctricas de uso final, se realiza la aplicación Inspector UIS, en la cual se presentan múltiples ejemplos los cuales tienen como base el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (Retie) y la norma técnica colombiana ntc 2050 segunda edición (NTC 2050).

Se proporciona un simulador en desarrollo para realizar cálculos rápidos de la carga de una instalación, se realiza en un entorno conocido y manejado por el común en la ingeniería que es el Excel, se desarrolla una macro con el fin de facilitar estos cálculos la cual su desarrollo se presentará en el transcurso de este anexo en conjunto con la información técnica.

Interfaz Inspector UIS

Se muestra el diagrama de flujo para alcanzar la inspección eléctrica de manera simple.

Figura 1
Diagrama de flujo, inspección eléctrica



Anexo A

Se presentará información técnica de los botones que más necesitan estudio técnico los cuales son

- Puesta a tierra
- Análisis de riesgo de rayos
- Análisis de riesgo
- Planos
- Memorias de Cálculo

Puesta tierra

Según lo exigido por el Retie en el capítulo 12, libro 3 se tiene (Ministerio de minas y energía , 2024):

Toda instalación eléctrica que le aplique el RETIE, excepto donde se indique expresamente lo contrario, tiene que disponer de un Sistema de Puesta a Tierra – SPT, para evitar que personas en contacto con la misma, tanto en el interior como en el exterior, queden sometidas a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.

El requisito de puesta a tierra para instalaciones eléctricas cubre, el sistema eléctrico y los apoyos o estructuras metálicas que, ante una sobretensión temporal, puedan desencadenar una falla permanente a frecuencia industrial, entre la estructura puesta a tierra y la red.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra – SPT son: La seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética.

Anexo A

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- a. Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- b. Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- c. Servir de referencia común al sistema eléctrico.
- d. Conducir y disipar con suficiente capacidad las corrientes de falla, electrostática y de rayo.
- e. Transmitir señales de RF en onda media y larga.
- f. Realizar una conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos.

A continuación, se presentará el ejemplo que se encuentra en la aplicación en el entorno de inspector jefe, esto con el fin de visualizar las fórmulas usadas.

Ejemplo

Es importante proteger la integridad de las personas y en equipos mantener su integridad con el despeje de la falla por equipos de protección, se ve la necesidad y la obligación de la instalación de puesta a tierra.

Dependiendo de la complejidad de la instalación y las necesidades del cliente se necesitarán diferentes cálculos con el fin de garantizar la protección de equipos y personas, en las

Anexo A

instalaciones residenciales nos enfocaremos en el cumplimiento del artículo 3.12.3. que presenta la siguiente tabla 1.

Tabla 1

Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra

Aplicación	Valores máximos de resistencia de puesta a tierra
Estructura y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión	1 Ω
Subestaciones de media tensión	10 Ω
Protección contra rayos	10 Ω
Punto neutro de acometida es baja tensión	25 Ω
Redes para equipos electrónicos o sensibles	10 Ω

Fuente: adaptada de las normas ANSI/IEEE80, NTC 2050 segunda actualización y NTC 4552-1

En nuestro caso se debe garantizar una resistencia menor a 25 ohm, para realizar este cálculo se necesitará la ayuda de un equipo llamado telurómetro, el cual se usará con el método de wenner el cual se especifica de mejor manera en la norma de Enel 400, la cual se puede encontrar de manera web o en la aplicación inspector UIS, Por lo cual se tiene la siguiente medida

Ejemplo

Se realizaron medidas y se tuvo una medida de:

Anexo A

$$P=49.5 \, \Omega\text{m}$$

Usaremos la formula copperweld la cual nos da la resistencia del terreno con respecto al electrodo enterrado, no la resistencia de terreno.

Resistencia de una varilla de Copperweld

$$R = \frac{p}{2\pi L} \left(\ln\left(\frac{4L}{a}\right) - 1 \right) \quad (1)$$

R=resistencia [Ω]

P=resistividad del terreno [$\Omega\cdot\text{m}$]

L=longitud del electrodo [m]

A=radio del electrodo[m]

(Conte, 2021)

Electrodo usado de 2.4 [m] recubierto de cobre. De 5/8

$$R = \frac{49.5}{2\pi \cdot 2.4} * \ln\left(\frac{4 \cdot 2.4}{\left(\frac{0.793}{100}\right)}\right) - 1 = 20[\Omega]$$

Se cumple el requisito.

Anexo A

Ahora se debe garantizar la protección del ser humano teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones las cuales son una aproximación practica de la IEEE 80. (IEEE Power and Energy Society, 2013):

Para calcular la tensión de paso se tiene

$$V_P = I_f \cdot R_g \cdot K_p \quad (2)$$

I_f =corriente de falla

R_g = resistencia de puesta a tierra

K_p = coeficiente de factor de paso 0.6 a 0.8

Tensión de contacto

Para calcular la tensión de contacto se tiene

$$V_c = I_f \cdot R_g \cdot K_c \quad (3)$$

I_f =corriente de falla

R_g = resistencia de puesta a tierra

K_c = coeficiente de factor de contacto 0.7 a 0.9

Tensión de contacto

If se puede calcular cómo

Anexo A

Corriente de falla

$$I_f = \frac{v_{fase}}{z_{falla}} \quad (4)$$

Impedancia de falla

$$Z_{falla} = z_{tr} + z_{con} + z_{puesta \ a \ tierra} \quad (5)$$

Z_{tr} = impedancia del trafo

Z_{con} = impedancia de los conductores 0.05 por por 10 metros de longitud

$Z_{puesta \ a \ tierra}$ = impedancia puesta a tierra

$$Z_{falla} = 0.1 + 0.05 + 20 = 20.15 [\Omega]$$

$$I_f = \frac{110}{20.15} = 5.45 [A]$$

$$V_p = 5.45 * 20 * 0.8 = 87.2$$

$$V_f = 5.45 * 20 * 0.9 = 98.1$$

Estos serían los datos de nuestro sistema, ahora se deben comparar los indices soportables por el ser humano esta información fue tomada de (Cano, 2010):

Figura 2*Tensiones de paso y de toque***2.12 Criterio de tensiones de paso y de toque tolerables [1]**

La seguridad de una persona depende de la prevención de cantidades críticas de energía de choque absorbidas por el cuerpo humano, antes de que la falla sea despejada y el sistema desenergizado. Los voltajes máximos tolerables por un cuerpo humano de 50 kg. de peso corporal, durante un circuito accidental no debe exceder los siguientes límites:

-Tensión de paso límite tolerable por un cuerpo de 50 kg. de peso corporal:

$$Ep_{50} = (1000 + 6C_s \rho_s) * \frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \quad (24)$$

-Tensión de toque límite tolerable por un cuerpo de 50 kg. de peso corporal:

$$Et_{50} = (1000 + 1.5C_s \rho_s) * \frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \quad (25)$$

Donde:

$R_b = 1000\Omega \rightarrow$ Resistencia promedio del cuerpo humano.

$I_B = \frac{0.116}{\sqrt{t_s}}$ Corriente tolerable en función del tiempo por el cuerpo (A).

$T_s \rightarrow$ Duración del choque (s).

$6C_s \rho_s = 2R_i \rightarrow$ Resistencia a tierra de los 2 pies separados 1m en serie sobre la capa superficial.

$1.5C_s \rho_s = R_f / 2 \rightarrow$ Resistencia a tierra de los 2 pies juntos en serie sobre la capa superficial.

$R_b = \rho / 4b \rightarrow$ Resistencia a tierra de un disco metálico de radio b ($b = 0.08$ m) .. sobre la superficie de una malla homogénea de resistividad ρ .

$C_s \rightarrow$ Factor de disminución de la capa superficial calculada con la ecuación (16).

$\rho_s \rightarrow$ Resistividad del material de la capa superficial en Ω -m.

Las tensiones de paso y de toque reales deben ser menores que los respectivos límites máximos permisibles (o tolerables) para obtener seguridad.

Anexo A

Factor de disminución de la capa superficial, puede ser considerado como un factor de corrección para calcular la resistencia efectiva del pie de una persona.

Cs

Resistividad de la capa superficial [ohm-metro]

ps

Tiempo de duración de la falla [segundos]

ts,tf

Usando las fórmulas en Excel se tienen los parámetros en verde

Figura 3*Resultados de cálculos hechos en Excel*

	Descripción	Simbolo	valor
1	Tensión de paso límite tolerable por un cuerpo de 50kg	Ep50	150,452
2	Tensión de toque límite tolerable por cuerpo de 50 kg	Et50	124,613
3	Factor de disminución de la capa superficial, puede ser considerado como un factor de corrección para calcular la resistencia efectiva del pie de una persona.	Cs	1
4	Resistividad del terreno[ohms-metro]	p	49,5
5	Resistividad de la capa superficial [ohms-metro]	ps	49,5
6	Espesor de la capa superficial.[metros]	hs	0,001
7	Tiempo de duración de la falla [segundos]	ts,tf	1

En este caso cumplen los parámetros de tensiones de paso y contacto

Ya que el límite tolerable en este terreno es mayor que la tensión de toque del sistema

Nuestro electrodo cumple ahora necesitamos dimensionar el conductor a tierra esto lo hacemos con la tabla 250.102(c)(1). (Ministerio de minas y energía , 2024) la cual se presenta en la siguiente figura:

Anexo A

Figura 4**Conductores**

Calibre del mayor CONDUCTOR NO PUESTO A TIERRA de entrada de la acometida o área equivalente para				Calibre del conductor PUESTO A TIERRA o PUENTE DE CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL			
Cobre		Aluminio o Aluminio Revestido de Cobre		Cobre		Aluminio o Aluminio Revestido de Cobre	
mm2	AWG o kcmil	mm2	AWG o kcmil	mm2	AWG o kcmil	mm2	AWG o kcmil
33,62 o menor	2 o menor	53,2 o menor	1/0 o menor	8,36	8	13,29	6
42,2 o 53,5	1 o 1/0	67,44 o 85,02	2/0 o 3/0	13,29	6	21,14	4
61,44 o 85,02	2/0 o 3/0	107,21 o 126,67	4/0 o 250	21,14	4	33,62	2
107,21 hasta 177,34	Más de 3/0 hasta 350	152,01 a 253,35	Más de 250 hasta 500	33,62	2	53,5	1/0
202,68 a 304,02	Más de 350 hasta 600	278,68 a 456,03	Más de 500 hasta 900	53,5	1/0	85,02	3/0
329,35 a 557,37	Más de 600 hasta 1100	506,70 a 886,73	Más de 900 hasta 1750	67,44	2/0	107,21	4/0
608,04 y más	Más de 1100	912,06 y más	Más de 1750	Ver notas 1 y 2			

Nota: adquirido de la Tabla 250.102 (c)(1) (Ministerio de minas y energía , 2024)

En la cual seleccionamos un conductor de calibre 8

Análisis de riesgo contra rayos

Según lo exigido por el Retie libro 3 Título 13 se tiene (Ministerio de minas y energía , 2024):

Las instalaciones objeto del RETIE, deben contar con una evaluación del nivel de riesgo

frente a rayos, basada en procedimientos establecidos en la norma técnica NTC 4552-2 o normas técnicas internacionales como la IEC 62305-2 o de reconocimiento internacional (siempre y cuando sean aplicables a las condiciones para descargas atmosféricas de

Anexo A

Colombia). Esta evaluación, debe considerar la posibilidad de pérdidas de vidas humanas, pérdida del suministro de energía y otros servicios esenciales, pérdida o graves daños de bienes, pérdida cultural, así como los parámetros del rayo para la zona tropical, donde está ubicada Colombia y las medidas de protección que mitiguen el riesgo.

Esta parte se aconseja realizarla mediante un software, el software usado y con el cual se realizaron los ejemplos, se encuentran explicados en el siguiente link:

<https://www.youtube.com/watch?v=rXV25cAc0FI>

o también se puede a partir de su página web:

<https://www.ingesco.com/es/calculus-ingesco>

Análisis de riesgo

El Retie en el libro 1 artículo 1.5.1.4.1 nos dice:

Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico, se puede aplicar la matriz para la toma de decisiones (Tabla 1.5.1.4.1. a.). La metodología para seguir en un caso en particular es la siguiente:

- a. Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
- b. Definir si el riesgo es potencial o real.
- c. Determinar las consecuencias para las personas o animales, económicas, ambientales y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular

Anexo A

que analiza.

d. Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1,

2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (a, b, c, d, e): esa será la valoración del

riesgo para cada clase.

e. Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles

pérdidas.

f. Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o

nivel del riesgo.

g. Tomar las decisiones o acciones, según lo indicado en la Tabla 1.5.1.4.1. b

Se toma el ejemplo presentado en la aplicación en el entorno de inspector jefe.

Anexo A

Figura 5

Análisis de riesgos RETIE

ANÁLISIS DE RIESGOS SEGÚN RETIE

En este documento se presenta el análisis de riesgos según el artículo 9 del RETIE.

RIESGO A EVALUAR:		Incendio		por	Sobrecarga	(al) o (en)	Instalación eléctrica interna					
		EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE					
		Ej: Quemaduras			Ej: Arco eléctrico		Ej: Celda de 13.8 kV					
Potencial		<input checked="" type="checkbox"/>		Real		<input type="checkbox"/>		FRECUENCIA				
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A		
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa		
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO		
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salidas de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO		
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO		
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO		
					Decisiones a tomar, control y recomendaciones:							
					- No cambiar interruptores termomagnéticos por unos de mas capacidad, la instalación viene diseñada con cierta capacidad.							
					- No conectar varios dispositivos al tiempo.							
		CONSECUENCIA	FRECUENCIA	RIESGO								
EN PERSONAS		5	D	ALTO								
ECONÓMICAS		3	D	MEDIO								
AMBIENTALES		3	D	MEDIO								
EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		2	D	BAJO	NIVEL DE RIESGO		Alto					
EVALUADOR: Hossmen Jhonier Pérez Peña					MP: 13489		Fecha: 14-10-2021					

Anexo A

Figura 6

Análisis de riesgo aplicación

ANÁLISIS DE RIESGOS SEGÚN RETIE

Este documento se presenta el análisis de riesgos según el artículo 9 del Reglamento de la Ley de Seguridad Eléctrica.

RIESGO A EVALUAR: Incendio por recarga de (al) o (en) Instalación eléctrica interna
FUENTE: Ej: Celda de 13.8 kV

EVENTO O EFECTO: Ej: Quemado de Arco eléctrico

		Potencial	Real	FRECUENCIA					
					E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	En personas				No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes			5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente			4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)			3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)			2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)			1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
				Decisiones a tomar, control y recomendaciones:					
		CONSECUENCIA	FRECUENCIA	RIESGO	- No cambiar interruptores termomagnéticos por unos de mas capacidad, la instalación viene diseñada con cierta capacidad. - No conectar varios dispositivos al tiempo.				
EN PERSONAS		5	D	ALTO	NIVEL DE RIESGO: Alto				
ECONÓMICAS		3	D	MEDIO					
AMBITALES		3	D	MEDIO					
EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		2	D	BAJO					
EVALUADOR: Hossmen Jhonier Pérez Peña MP: 13489 Fecha: 14-10-2021									

Siguiendo la metodología del mencionada por el RETIE, ahora escogemos el nivel de riesgo, esto se evalúa, cómo lo indican las flechas azules, se evalúa cada columna según evaluación del ingeniero, luego se acoge una frecuencia el nivel de riesgo será el cruce entre la mayor consecuencia encontrada y su frecuencia cómo lo indica la siguiente figura

De acuerdo con esto se toman decisiones y controles.

Anexo A

Figura 7

Análisis de riesgo aplicación

En este documento se presenta el análisis de riesgos según el artículo 9 del RETIE.

RIESGO A EVALUAR:		Incendio EVENTO O EFECTO Ej: Quemaduras	por	Sobrecarga FACTOR DE RIESGO (CAUSA) Ej: Arco eléctrico	(al) o (en)	Instalación eléctrica interna FUENTE Ej: Celdas de 13.8 kV	
Potencial <input checked="" type="checkbox"/>		Real <input type="checkbox"/>				FRECUENCIA	
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	E No ha ocurrido en el sector	D Ha ocurrido en el sector	
					C Ha ocurrido en la Empresa	B Sucede varias veces al año en la Empresa	
					A Sucede varias veces al mes en la Empresa		
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salidas de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO
Decisiones a tomar, control y recomendaciones:							
- No cambiar interruptores termomagnéticos por unos de mas capacidad, la instalación viene diseñada con cierta capacidad.							
- No conectar varios dispositivos al tiempo.							
CONSECUENCIA		FRECUENCIA		RIESGO			
EN PERSONAS		5		D		ALTO	
ECONÓMICAS		3		D		MEDIO	
AMBIENTALES		3		D		MEDIO	
EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		2		D		BAJO	
NIVEL DE RIESGO						Alto	
EVALUADOR: Hossmen Jhonier Pérez Peña				MP: 13489		Fecha: 14-10-2021	

Desarrollo Macro, prototipo de simulador

Planos

los planos se realizaron según las indicaciones del RETIE (Ministerio de minas y energía , 2024) las cuales son:

Artículo 1.3.4. Símbolos eléctricos

Son de obligatoria aplicación los símbolos gráficos contemplados en la Tabla 1.3.4. a, tomados de las normas unificadas IEC 60617, ANSI Y32, CSA Z99 e IEEE 315, los cuales guardan mayor relación con la seguridad eléctrica. Cuando se requieran otros símbolos, se podrá acudir a los contemplados en las normas precitadas.

Figura 8

Símbolos eléctricos

Equipotencialidad	Extintor para equipo eléctrico	Fusible	Generador	Interruptor, símbolo general	Interruptor automático en aire
Interruptor bipolar	Interruptor con luz piloto	Interruptor unipolar con tiempo de cierre	Interruptor diferencial	Interruptor unipolar de dos días	Interruptor seccionador para AT
Interruptor termomagnético	Lámpara	Masa	Parada de emergencia	Seleccionador	Subestación
Tablero general	Tablero de distribución	Tierra	Tierra de protección	Tierra aislada	Tomacorriente, símbolo general
Toma corriente en el piso	Toma corriente monofásico	Toma corriente trifásico	Transformador símbolo general	Transformador de aislamiento	Transformador de seguridad

Fuente: Adaptada de las normas IEC 60617, ANSI Y32, CSA Z99 e IEEE 315.

Cálculos

Estos se desarrollaron con el simulador el cual tuvo presente las consideraciones hechas por el RETIE un ejemplo que se tuvo en cuenta con el fin de que la información fuera la mejor fue el anexo D del reglamento técnico colombiano (Ministerio de minas y energía , 2024) el cual establece lo siguiente:

Anexo informativo D

En los siguientes ejemplos, los resultados generalmente se expresan en amperios (A). Para seleccionar los calibres de los conductores, diríjase a las tablas de capacidad de corriente (ampacity) para tensiones de 0 a 2 000 V del Artículo 310 y las reglas de la sección 310.5 en lo relacionado con tales tablas. Tensión. Para la aplicación uniforme de los Artículos 210, 215 y 220, se emplea una tensión nominal de 120, 120/240, 240 y 208Y/120 V, es usado para calcular la carga en amperios en el conductor. Fracciones de un amperio. Excepto cuando los cálculos resulten en una fracción mayor de un amperio (0,5 o mayor), debe permitirse redondear dichas fracciones. Factor de potencia. Los cálculos de los siguientes ejemplos se basan, por razones de conveniencia, en el supuesto de que todas las cargas tienen el mismo factor de potencia (FP). Estufas. Para el cálculo de las cargas de las estufas en estos ejemplos, se ha empleado la columna C de la Tabla 220.55. Para métodos opcionales, véanse las columnas A y B de la Tabla 220.55. Excepto cuando los cálculos dan como resultado una fracción mayor de un kilovatio (0,5 o más), debe permitirse redondear dichas fracciones.

Anexo A

Ejemplo D1(a). Vivienda unifamiliar

un sótano sin terminar no adaptable para uso futuro, un ático sin terminar y porches abiertos. Los electrodomésticos son una estufa de 12 kW y una secadora de 5,5 kW, 240 V. Asumir que el valor nominal en kW de la estufa y de la secadora son equivalentes al valor nominal en kVA, de acuerdo con las secciones 220.54 y 220.55. La vivienda tiene una superficie en planta de 140 m Carga calculada [ver la sección 220.40]

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos [ver la sección 210.11(A)]

Carga de alumbrado general:

$$140 \times 33 = 4620 \text{ VA}$$

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos [ver la sección 210.11(A)]

$$\text{Carga de alumbrado general: } 4\,620 \text{ VA} \div 120 \text{ V} = 39 \text{ A}$$

Se requieren tres circuitos bifilares de 15 A, o dos circuitos bifilares de 20 A.

Carga de electrodomésticos pequeños: dos circuitos bifilares

de 20 A [ver la sección 210.11(C)(1)]

Carga de lavandería: Un circuito bifilar de 20.A [ver la sección

210.11(C)(2)]

Circuito ramal para el baño: Un circuito bifilar de 20.A (no

se requiere cálculo de carga adicional para este circuito) [ver

la sección 210.11(C)(3)]

Figura 9*Cálculos****Calibre mínimo exigido del alimentador***

[ver la sección 220.40]

Alumbrado general	4 620 VA
Artefactos pequeños	3 000 VA
Lavandería	<u>1 500 VA</u>
Total	9 120 VA
3 000 VA al 100 %	3 000 VA
9 120 VA – 3 000 VA = 6 120 VA al 35%	<u>2 142 VA</u>
Carga Neta	5 142 VA
Carga de la estufa (<i>ver la Tabla 220.55</i>)	8 000 VA
Carga de la secadora (<i>ver la Tabla 220.54</i>)	<u>5 500 VA</u>
Carga neta calculada	18 642 VA

Carga neta calculada para el alimentador o la acometida monofásica, trifilar de 120/240 V.

$$18\,642\text{ VA} \div 240\text{ V} = 78\text{ A}$$

Las secciones 230.42(B) y 230.79 exigen conductores de la acometida y un medio de desconexión con valor nominal no inferior a 100 A.

Nota: (Icontec, 2020)

Anexo A

La presente macro se desarrolló con lo especificado en el Retie el cual toma soporte de la Norma técnica colombiana 2050 (NTC 2050) (Icontec, 2020) resumida en el siguiente cuadro:

Tabla 2*Artículos importantes*

Descripción	Norma aplicable
Estufa	NTC 2050, Art:220.55-Tabla 220.55
Secadora	NTC 2050, Art:220.54
Alumbrado general	NTC 2050 Art:210.70, Art:220.42, Tabla 220.12
Pequeños artefactos	NTC 2050 Art:210.11-C1, Art:210.52-B, Art:210.52-A, Art:220.42, Art:210.52-c, Art: 220.52A, Art: 220.42
Lavandería	NTC 2050 Art: 210.11-C2, Art:220.52-B, Art:220.42
Baño	NTC 2050 Art: 210.11-C3, Art:220.14-J1
Garaje	NTC 2050 Art:210.11-C4, Art:220.14-j2
Calentador de agua	NTC 2050 Art:422.11-F-3
Aire acondicionado	NTC 2050 Art 440.31
Motores	NTC 2050 Art:430.6-Tabla 430.248

Limitaciones

-El programa está diseñado para una tensión 120[v], cálculos de máquinas 220 o diferente valor a 120 no tendrán validez.

-Teniendo en cuenta que son instalaciones residenciales se puede incluir el cálculo de un motor teniendo en cuenta la tabla 430.248, la cual aplica para motores monofásicos de corriente alterna con potencia de 124 a 7460[w]

-Los cálculos mostrados no incluyen regulación.

-Solo se pueden incluir un circuito de estufa.

-Solo se puede incluir un circuito de motor.

-Tiene max 20 casillas para realizar los cálculos

Desarrollo de la programación

El fin es realizar un entorno que ayude al ingeniero eléctrico con los cálculos de los circuitos más comunes en las instalaciones residenciales de uso final, se inspeccionaron varios entornos, con gran poder de cálculo como Matlab, y Python, sin embargo, se quería realizar en un entorno más cotidiano para el ingeniero, tecnólogo, técnico electricista, y el entorno más potente y de uso intuitivo es el entorno de Microsoft Excel.

Se aprovechan las funciones que previamente Excel tiene desarrolladas en su entorno y también se aprovecha su entorno de programación (Macros) con el fin de realizar un desarrollo más robusto.

Figura 10

Principales funciones usadas en el desarrollo del entorno

[illegible]

Tabla 3

Funciones de Excel

No	observaciones	sintaxis
mbre		
Si	Esta función nos permite	SI(Prueba_lógica;verdadero;fal
(IF)	evaluar condiciones lógicas.	so)

Prueba_lógica: dentro de esta variable desarrollamos la condición que deseamos evaluar.

Verdadero: lo que esté dentro de esta variable se desarrolla cuando la condición anterior sea verdadera.

Falso: lo que esté dentro de esta variable se desarrolla cuando la condición anterior sea Falsa.

Tec Esta función nos permite MULTIPLO.SUPERIOR.MAT
ho aproximar al número entero superior. (Número)

Número: dentro de esta variable ingresamos el número al cual queremos realizar la aproximación.

Ejemplo:

MULTIPLO:SUPERIOR:MAT
(3.1), el resultado que nos da la función sería = 4.

Bus Esta función nos permite buscar BUSCARV(VALOR_BUSCA
car un valor determinado dentro de una DO;TABLA;
tabla y nos devuelve un resultado según RESULTADO)
el resultado buscado.

Valor Buscado: dentro de esta variable ingresamos el valor que deseamos buscar o hacer coincidir dentro de una tabla o matriz determinada.

Tabla: cantidad de datos en dónde se va realizar la búsqueda.

Resultado: seleccionamos la
columna de posible resultados que
esperamos.

Ejemplo1 :

BUSCARV(2;Valores en
Azul;Valores en verde)

Resultado=1.

Ejemplo 2:

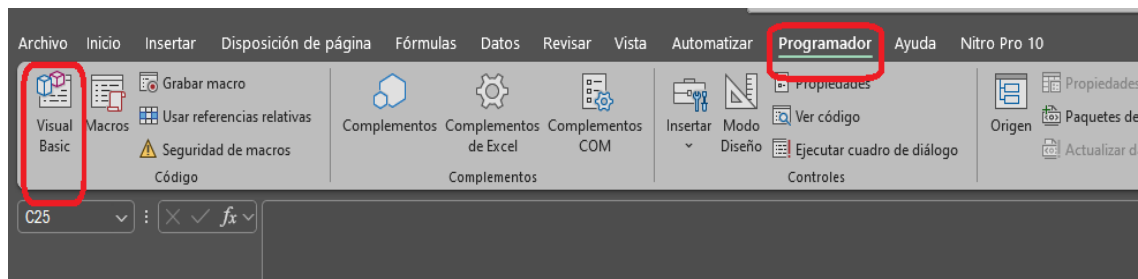
BUSCARV(6;Valores en
azul;Valores en verde)

Resultado=2

Estudiantes		P rof
Nú mero min	Nú mero max	
1	5	1
6	10	2
10	20	3

Realizamos el desarrollo en visual Basic, el cual en nuestra barra superior se abre en la
pestaña que dice programador (figura 11).

Anexo A

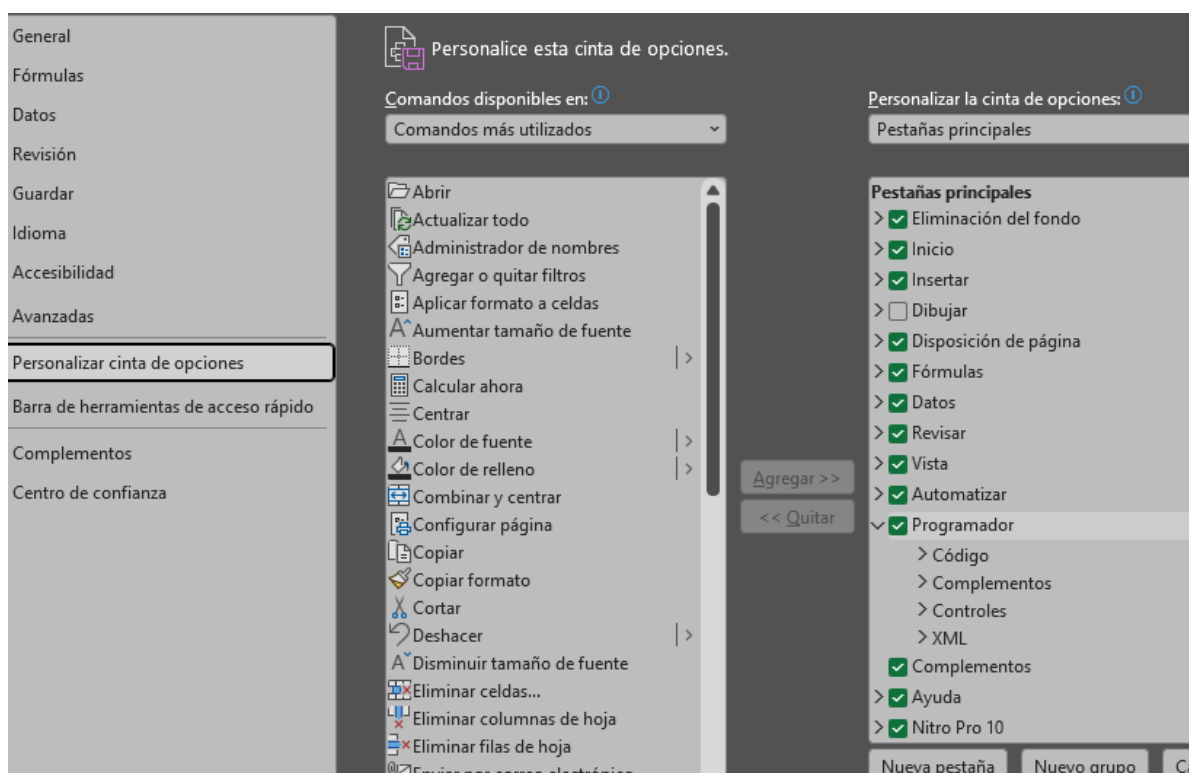
Figura 11*Pestaña de programador*

Si no tienes la opción de programador habilitada, puedes habilitarla pulsando en

1_ opciones (configuraciones)

2_Personalizar cinta de opciones

3_programador

Figura 12*Configuración de entorno de programador*

Luego pulsamos visual Basic (figura 11). El cual se nos va a habilitar un entorno de programación con el fin de automatizar los cálculos.

Lo primero que debemos conocer es cómo definir nuestras variables en el entorno figura 13.

Figura 13

Definir variables en Visual Basic

```
Sub dinosaurio()  
Dim cor(19) As Double ' variables'  
Dim corco(19) As Double  
Dim corfc(19) As Double  
Dim cneta(19) As Double  
Dim cinicial(19) As Double  
Dim val As String  
Dim alimentador As Double  
Dim i As Double  
Dim ii As Double
```

Declaración de variables

Para llamar una variable lo realizamos cómo lo indica la figura 3, Dim *NombrevARIABLE* As Double, esta parte final indica el tipo de dato que se va a almacenar en esta programación se usaron variables tipo Double, es decir que puedo almacenar números, y String la cual puedo almacenar caracteres en cada una.

Función puente para escribir y leer información de celdas

```
Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25, 3)
```

```
val = celda.Value
```

Esta función recoge la información de la celda ubicada en la fila 25 y columna 3 y la guarda en la variable val, ya si necesitamos es realizar lo contrario es decir escribir la información en la fila 25 columna 3 invertimos la función cómo se muestra a continuación:

Anexo A

```
Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25, 3)
```

```
celda.Value=val
```

programación completa

Figura 14

Programación completa hecha en la macro

```
Sub dinosaurio()
' variables
Dim cor(19) As Double ' En esta variable se almacenan las corrientes calculadas

Dim corco(19) As Double

Dim corfc(19) As Double

Dim cneta(19) As Double 'Guarda el valor de la carga neta (Columna carga neta)

Dim cinicial(19) As Double

Dim val As String

Dim alimentador As Double

Dim i As Double

Dim ii As Double

Dim w(19) As Double

Dim fcar(19) As Double ' En esta variable se almacenan las cargas para calcular la capacidad del alimentador

Dim fcarespe(19) As Double ' En esta variable se almacenan las cargas especiales para calcular la capacidad del alimentador

' establecer variables usadas como contadores en los for

Dim z As Double

Dim A As Double

Dim AA As Double

Dim B As Double
```

Anexo A

```

Dim B As Double

Dim C As Double

Dim zz As Double

Dim constante As Double

Dim circuito(19) As String
'variables usadas en los for
z = 0
zz = 0
i = 0
A = 0
B = 0
C = 0

Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25, 3)
val = celda.Value
'la variable val almacenara el tipo de circuito seleccionado, esto para hacer funcionar la
'Siguiente linea

Do While val <> Empty 'En esta linea se limita el funcionamiento de la programación es decir
'le dice al programa que funcione mientras existan circuitos seleccionados
' De lo contrario deje de iterar

Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 3) ' Se almacenará el tipo de circuito seleccionado por la lista desplegable
circuito(i) = celda.Value 'con el fin de aplicar los cálculos necesarios del circuito seleccionado

'Ahora según el tipo de circuito seleccionado se aplicaran cálculo establecidos por la NTC 2050

Select Case circuito(i)
Case "Alumbrado General"

Select Case circuito(i)
Case "Alumbrado General"
Dim area As Double
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(22, 5) 'absorver valor de celda
area = celda.Value 'guardamos el valor del area
area = area * 33 'tabla 220.12 aplicamos factor extraido de la tabla
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 6) 'digitar valor de celda
celda.Value = area 'Escribimos en el excel el valor de la carga de alumbrado general
fcar(i) = area 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

Case "Lavanderia"
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 6) ' llenar celdas con valores predeterminados
celda.Value = 1500 ' valor minimo exigido por la NTC 2050
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda
fcar(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado
Case "Lavanderia-->"
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda
fcar(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

Case "Pequeños Artefactos"
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 6) 'llenar celdas con valores predeterminados
celda.Value = 1500 ' valor minimo exigido por la NTC 2050
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda
fcar(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado
Case "Pequeños Artefactos-->"
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda
fcar(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador
'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado
Case "Secadora"

```

Anexo A

```

Case "Secadora-->"
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 7) 'absorber valor de celda
fcarespe(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador
'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Estufa Electrica-->"
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 7) 'absorber valor de celda
fcarespe(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador
'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado
Case "Aire Acondicionado-->"
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 7) 'absorber valor de celda
fcarespe(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador
'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado
Case "Calentador de Agua-->"
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 7) 'absorber valor de celda
fcarespe(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

End Select

Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 7) 'guardar valor de carga neta
cneta(i) = celda.Value ' guarda los valores dentro de la columna carga neta

'Hago el cálculo de la corriente

If circuito(i) = "Motor-->" Then 'Cómo la corriente del motor se hace por tablas por eso hago este if
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(86, 33) 'introduzco en la celda valor de la cneta (Motor)
celda.Value = cneta(i)
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(85, 33) 'recojo el valor con factores de corrección del motor
constante = celda.Value
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 12) 'introduce el valor de la corriente
celda.Value = constante
' de lo contrario de no existir un motor hago el cálculo normal con la ley de ohm
Else

```

Anexo A

```

'hago lo de usar la lista solo una vez (Estufa Eléctrica)
If circuito(i) = "Estufa Electrica-->" Then
z = z + 1 ' llave para quitar la celda, es decir apenas usaen estufa se pone en 1
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(78, 23) 'en esta línea quito la opción de la lista desplegable_
celda.Value = " " ' esto lo logro ingresando un espacio en blanco en la lista desplegable
Elseif z = 0 Then 'en caso de que dejaran de usar la opción estufa electrica, dejar disponible está opción en la lista desplegable
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(78, 23) 'guardar valor de corriente Factor de correccion
celda.Value = "Estufa Electrica-->"
End If

'hago lo de usar la lista solo una vez (Motor)
If circuito(i) = "Motor-->" Then
zz = zz + 1 ' llave para quitar la celda
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(84, 23) 'ingreso un valor en blanco, para eliminar de la lista desplegable, la opción motor
celda.Value = " " ' aqui es dónde ingreso el espacio en blanco
Elseif zz = 0 Then ' en caso de dejar de usar la opción motor, que se me renueve en la lista desplegable la opción de motor para su uso
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(84, 23) 'guardar valor de corriente Factor de correccion
celda.Value = "Motor-->"
End If

'la llave va un paso adelante'
' la variable val, recorre las filas del excel checando si es necesario hacer cálculos
'Esto lo hace checando si el usuario digitó algún circuito de la lista desplegable y para esto lo hace gracias a la variable i

i = i + 1
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + i, 3) 'actualizo mi llave con la info del siguiente ciclo'
val = celda.Value

Loop
ii = 0
'Este for es super importante ya que en el se evalúa de que los factores de corrección se cumplan
' Es decir que la capacidad del circuito no sea menor a la carga que debe soportar
For ii = 0 To i - 1 Step 1

Do While cor(ii) > corfc(ii)

Do While cor(ii) > corfc(ii)
w(ii) = w(ii) + 1
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + ii, 12) 'guardar valor de carga neta
celda.Value = w(ii)
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + ii, 18) 'guardar valor de carga neta
corfc(ii) = celda.Value

Loop
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(25 + ii, 22) 'guardar valor de carga neta
celda.Value = cor(ii)

'Cálculo del alimentador suma de cargas
A = A + fcar(ii)

B = B + fcarespe(ii)

Next

'realizo el procedimiento correspondiente según retie
AA = (A - 3000) * 0.35
AA = AA + B + 3000
alimentador = (AA / 120) + constante
Set celda = Worksheets("Hojal").Cells(22, 8) 'ingresar corriente de alimentador en celda
celda.Value = Application.WorksheetFunction.Ceiling_Math(alimentador, 1)

End Sub

```


Código escrito

Sub dinosaurio()

' variables

Dim cor(19) As Double ' En esta variable se almacenan las corrientes calculadas

Dim corco(19) As Double

Dim corfc(19) As Double

Dim cneta(19) As Double 'Guarda el valor de la carga neta (Columna carga neta)

Dim cinicial(19) As Double

Dim val As String

Dim alimentador As Double

Dim i As Double

Dim ii As Double

Dim w(19) As Double

Dim fcar(19) As Double ' En esta variable se almacenan las cargas para calcular la capacidad del alimentador

Dim fcarespe(19) As Double ' En esta variable se almacenan las cargas especiales para calcular la capacidad del alimentador

' establecer variables usadas como contadores en los for

Anexo A

Dim z As Double

Dim A As Double

Dim AA As Double

Dim B As Double

Dim C As Double

Dim zz As Double

Dim constante As Double

Dim circuito(19) As String

'variables usadas en los for

z = 0

zz = 0

i = 0

A = 0

B = 0

C = 0

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25, 3)

val = celda.Value

'la variable val almacenara el tipo de circuito seleccionado, esto para hacer funcionar la

Anexo A

'Siguiente línea

Do While val <> Empty 'En esta línea se limita el funcionamiento de la programación es decir

'le dice al programa que funcione mientras existan circuitos seleccionados

' De lo contrario deje de iterar

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 3) ' Se almacenará el tipo de circuito seleccionado por la lista desplegable

circuito(i) = celda.Value 'con el fin de aplicar los cálculos necesarios del circuito seleccionado

'Ahora según el tipo de circuito seleccionado se aplicaran cálculo establecidos por la NTC 2050

Select Case circuito(i)

Case "Alumbrado General"

Dim area As Double

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(22, 5) 'absorver valor de celda

area = celda.Value 'guardamos el valor del area

area = area * 33 'tabla 220.12 aplicamos factor extraido de la tabla

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 6) 'digitar valor de celda

celda.Value = area 'Escribimos en el excel el valor de la carga de alumbrado general

Anexo A

fcar(i) = area 'se guarda valor de la carga para al final calcular el alimentador

Case "Lavanderia"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 6) 'llenar celdas con valores
predeterminados

celda.Value = 1500 'valor minimo exigido por la NTC 2050

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorber valor de celda

fcar(i) = celda.Value 'se guarda valor de la carga para al final calcular el alimentador

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente
del circuito nombrado

Case "Lavanderia-->"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorber valor de celda

fcar(i) = celda.Value 'se guarda valor de la carga para al final calcular el alimentador

Case "Pequeños Artefactos"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 6) 'llenar celdas con valores
predeterminados

celda.Value = 1500 'valor minimo exigido por la NTC 2050

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorber valor de celda

fcar(i) = celda.Value 'se guarda valor de la carga para al final calcular el alimentador

Anexo A

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Pequeños Artefactos-->"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda

fcar(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Secadora"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 6) 'llener celdas con valores predeterminados

celda.Value = 5000 ' valor minimo exigido por la NTC 2050

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda

fcarespe(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Secadora-->"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda

fcarespe(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

Anexo A

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Estufa Electrica-->"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda

fcarespe(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Aire Acondicionado-->"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda

fcarespe(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Calentador de Agua-->"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda

fcarespe(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

End Select

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'guardar valor de carga neta

cneta(i) = celda.Value ' guarda los valores dentro de la columna carga neta

Anexo A

'Hago el cálculo de la corriente

If circuito(i) = "Motor-->" Then 'Cómo la corriente del motor se hace por tablas por eso
hago este if

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(86, 33) 'introduzco en la celda valor de la cneta
(Motor)

celda.Value = cneta(i)

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(85, 33) 'recojo el valor con factores de corrección
del motor

constante = celda.Value

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 12) 'introduce el valor de la corriente

celda.Value = constante

' de lo contrario de no existir un motor hago el cálculo normal con la ley de ohm

Else

'esta función extraña es la función techo en visual basic

cor(i) = Application.WorksheetFunction.Ceiling_Math(cneta(i) / 120, 1) 'realizo el
calculo de la corriente

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 12) 'Guardo el valor obtenido de los
circuitos

celda.Value = cor(i) 'introduzco el valor obtenido para que se muestre en las celdas de
excel

Anexo A

End If

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 12) 'guardar valor de corriente

cor(i) = celda.Value

w(i) = cor(i) 'almaceno la corriente ya que se necesitará mas adelante

'MsgBox (w(i))

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 14) 'guardar valor de corriente de
conductor

corco(i) = celda.Valu

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 18) 'guardar valor de corriente Factor de
correccion

corfc(i) = celda.Value

'MsgBox (cneta(i))

'relleno de la corriente y le aplico funcion techo

'cor(i) = Application.WorksheetFunction.Ceiling_Math(cneta(i) / 120, 1)

'Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 12) 'guardar valor de carga neta

'celda.Value = cor(i)

'hago lo de usar la lista solo una vez (Estufa Eléctrica)

If circuito(i) = "Estufa Electrica-->" Then

z = z + 1 ' llave para quitar la celda, es decir apenas usaen estufa se pone en 1

Anexo A

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(78, 23) 'en esta línea quito la opción de la lista desplegable_

celda.Value = " " ' esto lo logro ingresando un espacio en blanco en la lista desplegable

ElseIf z = 0 Then 'en caso de que dejaran de usar la opción estufa electrica, dejar disponible está opción en la lista desplegable

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(78, 23) 'guardar valor de corriente Factor de correccion

celda.Value = "Estufa Electrica-->"

End If

'hago lo de usar la lista solo una vez (Motor)

If circuito(i) = "Motor-->" Then

zz = zz + 1 ' llave para quitar la celda

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(84, 23) 'ingreso un valor en blanco, para eliminar de la lista desplegable, la opción motor

celda.Value = " " ' aqui es dónde ingreso el espacio en blanco

ElseIf zz = 0 Then ' en caso de dejar de usar la opción motor, que se me renueve en la lista desplegable la opción de motor para su uso

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(84, 23) 'guardar valor de corriente Factor de correccion

celda.Value = "Motor-->"

Anexo A

End If

'la llave va un paso adelante'

' la variable val, recorre las filas del excel checando si es necesario hacer cálculos

'Esto lo hace checando si el usuario digitó algún circuito de la lista desplegable y para esto lo hace gracias a la variable i

$i = i + 1$

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 3) 'actualizo mi llave con la info del siguiente ciclo'

val = celda.Value

Loop

ii = 0

'Este for es super importante ya que en el se evalúa de que los factores de corrección se cumplan

' Es decir que la capacidad del circuito no sea menor a la carga que debe soportar

For ii = 0 To i - 1 Step 1

Do While cor(ii) > corfc(ii)

w(ii) = w(ii) + 1

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + ii, 12) 'guardar valor de carga neta

Anexo A

celda.Value = w(ii)

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + ii, 18) 'guardar valor de carga neta

corfc(ii) = celda.Value

Loop

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + ii, 22) 'guardar valor de carga neta

celda.Value = cor(ii)

'Cálculo del alimentador suma de cargas

A = A + fcar(ii)

B = B + fcarespe(ii)

Next

'realizo el procedimiento correspondiente según retie

AA = (A - 3000) * 0.35

AA = AA + B + 3000

alimentador = (AA / 120) + constante

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(22, 8) 'ingresar corriente de alimentador en celda

celda.Value = Application.WorksheetFunction.Ceiling_Math(alimentador, 1)

End Sub

Sub dinosaurio()

Anexo A

' variables

Dim cor(19) As Double ' En esta variable se almacenan las corrientes calculadas

Dim corco(19) As Double

Dim corfc(19) As Double

Dim cnet(19) As Double 'Guarda el valor de la carga neta (Columna carga neta)

Dim cinicial(19) As Double

Dim val As String

Dim alimentador As Double

Dim i As Double

Dim ii As Double

Dim w(19) As Double

Dim fcar(19) As Double ' En esta variable se almacenan las cargas para calcular la capacidad del alimentador

Dim fcarespe(19) As Double ' En esta variable se almacenan las cargas especiales para calcular la capacidad del alimentador

' establecer variables usadas como contadores en los for

Dim z As Double

Dim A As Double

Dim AA As Double

Anexo A

Dim B As Double

Dim C As Double

Dim zz As Double

Dim constante As Double

Dim circuito(19) As String

'variables usadas en los for

z = 0

zz = 0

i = 0

A = 0

B = 0

C = 0

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25, 3)

val = celda.Value

'la variable val almacenara el tipo de circuito seleccionado, esto para hacer funcionar la

'Siguiete línea

Do While val <> Empty 'En esta línea se limita el funcionamiento de la programación es
decir

'le dice al programa que funcione mientras existan circuitos seleccionados

Anexo A

' De lo contrario deje de iterar

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 3) ' Se almacenará el tipo de circuito
seleccionado por la lista desplegable

circuito(i) = celda.Value 'con el fin de aplicar los cálculos necesarios del circuito
seleccionado

'Ahora según el tipo de circuito seleccionado se aplicaran cálculo establecidos por la
NTC 2050

Select Case circuito(i)

Case "Alumbrado General"

Dim area As Double

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(22, 5) 'absorver valor de celda

area = celda.Value 'guardamos el valor del area

area = area * 33 'tabla 220.12 aplicamos factor extraido de la tabla

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 6) 'digitar valor de celda

celda.Value = area 'Escribimos en el excel el valor de la carga de alumbrado general

fcar(i) = area 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

Case "Lavanderia"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 6) ' llener celdas con valores
predeterminados

Anexo A

celda.Value = 1500 ' valor minimo exigido por la NTC 2050

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda

fcar(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Lavanderia-->"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda

fcar(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

Case "Pequeños Artefactos"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 6) 'llener celdas con valores predeterminados

celda.Value = 1500 ' valor minimo exigido por la NTC 2050

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda

fcar(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Pequeños Artefactos-->"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda

Anexo A

fcar(i) = celda.Value 'se guarda valor de la carga para al final calcular el alimentador

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Secadora"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 6) 'llenar celdas con valores predeterminados

celda.Value = 5000 ' valor minimo exigido por la NTC 2050

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorber valor de celda

fcarespe(i) = celda.Value 'se guarda valor de la carga para al final calcular el alimentador

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Secadora-->"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorber valor de celda

fcarespe(i) = celda.Value 'se guarda valor de la carga para al final calcular el alimentador

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Estufa Electrica-->"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorber valor de celda

fcarespe(i) = celda.Value 'se guarda valor de la carga para al final calcular el alimentador

Anexo A

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Aire Acondicionado-->"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda

fcarespe(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

'los elementos con flecha son diseñados para que el usuario ingrese el valor directamente del circuito nombrado

Case "Calentador de Agua-->"

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'absorver valor de celda

fcarespe(i) = celda.Value 'se gurda valor de la carga para al final calcular el alimentador

End Select

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 7) 'guardar valor de carga neta

cneta(i) = celda.Value ' guarda los valores dentro de la columna carga neta

'Hago el cálculo de la corriente

If circuito(i) = "Motor-->" Then 'Cómo la corriente del motor se hace por tablas por eso hago este if

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(86, 33) 'introduzco en la celda valor de la cneta

(Motor)

celda.Value = cneta(i)

Anexo A

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(85, 33) 'recojo el valor con factores de corrección del motor

constante = celda.Value

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 12) 'introduce el valor de la corriente

celda.Value = constante

' de lo contrario de no existir un motor hago el cálculo normal con la ley de ohm

Else

'esta función extraña es la función techo en visual basic

cor(i) = Application.WorksheetFunction.Ceiling_Math(cneta(i) / 120, 1) 'realizo el calculo de la corriente

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 12) 'Guardo el valor obtenido de los circuitos

celda.Value = cor(i) 'introduzco el valor obtenido para que se muestre en las celdas de excel

End If

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 12) 'guardar valor de corriente

cor(i) = celda.Value

w(i) = cor(i) 'almaceno la corriente ya que se necesitará mas adelante

MsgBox (w(i))

Anexo A

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 14) 'guardar valor de corriente de conductor

corco(i) = celda.Value

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 18) 'guardar valor de corriente Factor de correcion

corfc(i) = celda.Value

'MsgBox (cneta(i))

'relleno de la corriente y le aplico funcion techo

'cor(i) = Application.WorksheetFunction.Ceiling_Math(cneta(i) / 120, 1)

'Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 12) 'guardar valor de carga neta

'celda.Value = cor(i)

'hago lo de usar la lista solo una vez (Estufa Eléctrica)

If circuito(i) = "Estufa Electrica-->" Then

z = z + 1 ' llave para quitar la celda, es decir apenas usaen estufa se pone en 1

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(78, 23) 'en esta línea quito la opción de la lista desplegable_

celda.Value = " " ' esto lo logro ingresando un espacio en blanco en la lista desplegable

Anexo A

ElseIf z = 0 Then 'en caso de que dejaran de usar la opción estufa electrica, dejar disponible está opción en la lista desplegable

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(78, 23) 'guardar valor de corriente Factor de correccion

celda.Value = "Estufa Electrica-->"

End If

'hago lo de usar la lista solo una vez (Motor)

If circuito(i) = "Motor-->" Then

zz = zz + 1 ' llave para quitar la celda

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(84, 23) 'ingreso un valor en blanco, para eliminar de la lista desplegable, la opción motor

celda.Value = " " ' aqui es dónde ingreso el espacio en blanco

ElseIf zz = 0 Then ' en caso de dejar de usar la opción motor, que se me renueve en la lista desplegable la opción de motor para su uso

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(84, 23) 'guardar valor de corriente Factor de correccion

celda.Value = "Motor-->"

End If

Anexo A

'la llave va un paso adelante'

' la variable val, recorre las filas del excel checando si es necesario hacer cálculos

'Esto lo hace checando si el usuario digitó algún circuito de la lista desplegable y para esto lo hace gracias a la variable i

$i = i + 1$

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + i, 3) 'actualizo mi llave con la info del siguiente ciclo'

val = celda.Value

Loop

ii = 0

'Este for es super importante ya que en el se evalúa de que los factores de corrección se cumplan

' Es decir que la capacidad del circuito no sea menor a la carga que debe soportar

For ii = 0 To i - 1 Step

Do While cor(ii) > corfc(ii)

w(ii) = w(ii) + 1

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + ii, 12) 'guardar valor de carga neta

celda.Value = w(ii)

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + ii, 18) 'guardar valor de carga neta

Anexo A

corfc(ii) = celda.Value

Loop

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(25 + ii, 22) 'guardar valor de carga neta

celda.Value = cor(ii)

'Cálculo del alimentador suma de cargas

A = A + fcar(ii)

B = B + fcarespe(ii)

Next

'realizo el procedimiento correspondiente según retie

AA = (A - 3000) * 0.35

AA = AA + B + 3000

alimentador = (AA / 120) + constante

Set celda = Worksheets("Hoja1").Cells(22, 8) 'ingresar corriente de alimentador en celda

celda.Value = Application.WorksheetFunction.Ceiling_Math(alimentador, 1)

End Sub

Bibliografía

- Cano, J. R.-E. (2010). *sistemas de puesta a tierra diseñado con ieee 80 y evaluado con mef*. Manizales: Universidad Nacional.
- Conte. (2021). *Youtube*. Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=e-4VNpv-3A8&t=1572s>
- Gil Arrieta, C. j. (2009). *fundamentos de sistemas de puesta a tierra*. Barranquilla: Barranquilla CUC.
- Icontec. (2020). *Código Eléctrico Colombiano -NTC2050-segunda actualización* . bogotá: ICONTEC.
- IEEE Power and Energy Society. (2013). *IEEE Guide for safety in AC Substation Grounding*. New York: IEEE.
- Ministerio de minas y energía . (2024). *RETIE*.