



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN
ELECTROMECAÁNICA**

**“DIMENSIONAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL
ANÁLISIS DE CURVAS DE OPERACIÓN EN LOS RELÉS ELECTROMECAÁNICOS DE
SOBRECORRIENTE INVERSO E INSTANTÁNEO (50/51)”**

**AUTORES: ANALUISA ANALUISA, PAÚL RENATO
PERALVO PERALVO, HENRRY ALEXANDER**

**ING. MULLO QUEVEDO, ÁLVARO SANTIAGO
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



INTRODUCCIÓN

El sistema eléctrico está temerario día a día durante su operación y en el cumplimiento de sus funciones como es abastecernos de energía eléctrica a cada uno de las personas, las líneas de altas tensiones siempre están expuestas a diferentes tipos de fallas, por lo que se ve necesario implementar equipos de protecciones como son los relés que ayudaran a combatir estas fallas y para ello se realizaran estudios de estos equipos.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- En la actualidad los descubrimientos tecnológicos avanzan a un ritmo considerable, actualmente la cantidad de información que se puede adquirir sobre los Sistemas de Protección es muy amplia, además sobre este tema puede abarcar varios objetos de estudios como es el análisis de curvas de operación de los diferentes tipos de relés electromecánicos, para el estudio de estos temas en las universidades se recurre a medios pedagógicos prácticos en las diferentes carreras técnicas de ingeniería para que la información teórica sobre estos temas puedan ser comprendidas.
- Al no contar con módulos didácticos para este tipo de prácticas, se ve la necesidad la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe Extensión Latacunga de contar con medios prácticos para la materia de Protecciones Eléctricas perteneciente a la carrera de Ingeniería Electromecánica del Departamento de Eléctrica y Electrónica, que facilite que el conocimiento teórico pueda ser reforzado con mecanismos prácticos.
- Al exponer este problema se plantea el dimensionamiento e implementación de un módulo didáctico para el análisis de curvas de operación en los relés electromecánicos de sobrecorriente inverso e instantáneo (50/51).



OBJETIVO GENERAL

Dimensionar e implementar un módulo didáctico a partir de los relés electromecánicos de sobrecorriente inverso e instantáneo (50/51), para el análisis de curvas de operación.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar de fuentes bibliográficas la información teórica necesaria para el desarrollo del módulo didáctico.
- Identificar los componentes que interfieren en el diseño del módulo didáctico para el análisis de curvas de operación de los relés electromecánicos de tiempo inverso e instantáneo (50/51).
- Dimensionar e implementar un módulo didáctico para el análisis de las curvas de operación de los relés electromecánicos de tiempo inverso e instantáneo (50/51).
- Analizar las curvas de operación de los relés electromecánicos cuando se presenta una falla en la barra, graficarlas mediante un software y compararlas con otras curvas variando otros parámetros de funcionamiento.



PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Los aparatos de protecciones eléctricas detectan condiciones anormales de las líneas de transmisión, e inician la acción de corregimiento de fallas para devolver en el menor tiempo posible a su estado normal. La velocidad de estos equipos de protección a la respuesta es un factor esencial de la protección de sistemas eléctricos de potencia y líneas de transmisión. Por tal manera, la intervención humana en el funcionamiento de estos equipos de protección no es posible, esta respuesta debe ser automática, rápida y debe causar una mínima cantidad de desconexión en el sistema de potencia



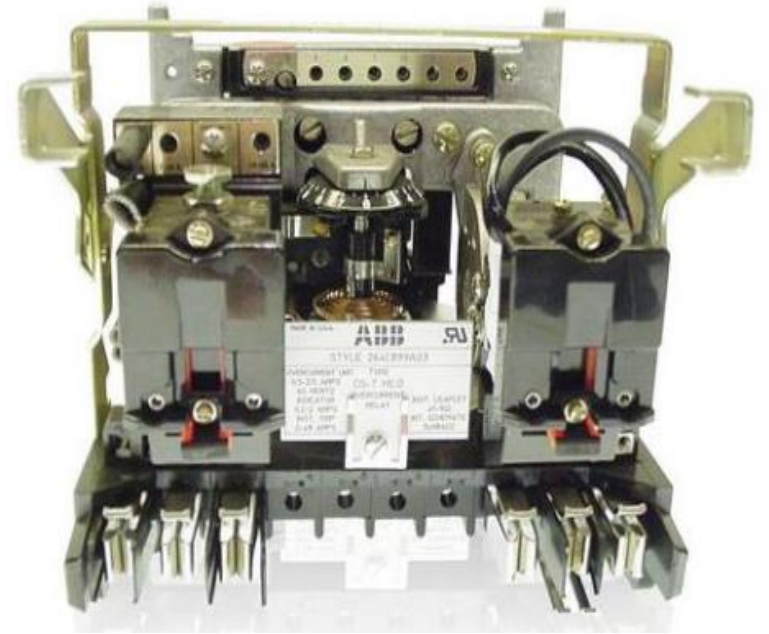
RELÉS DE PROTECCIÓN

Un relé de protección es un dispositivo que capta los cambios bruscos de señal de voltaje o de corriente. Si la dimensión de este tipo de señal que capta el relé está por fuera de un rango establecido, el relé de protección operará, este abrirá o cerrará los contactos para evitar cualquier accidente. En pocas palabras, los relés de protección detectan los defectos en líneas y equipos, o condiciones peligrosas o inestables. Su función es detener las operaciones que son erróneas o simplemente mandar una señal de alarma.



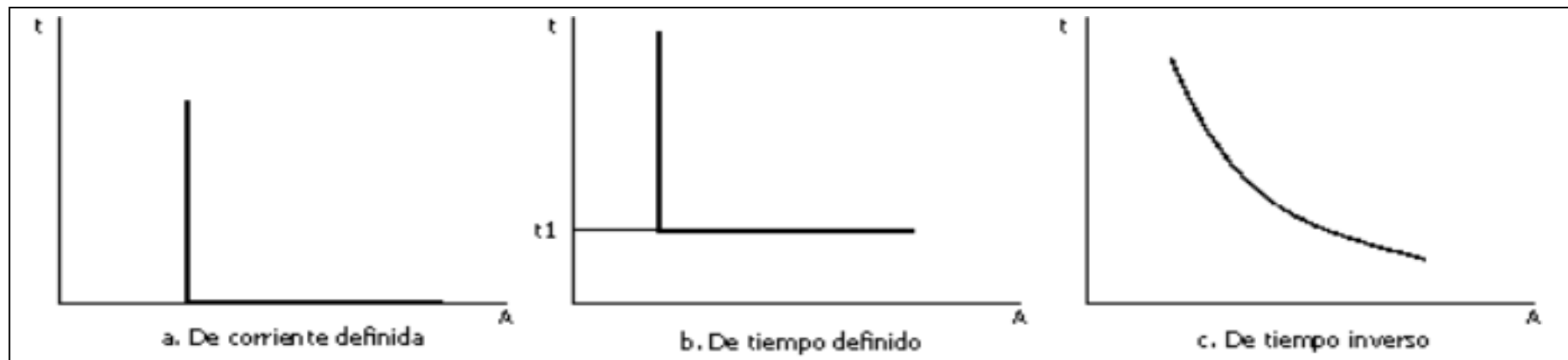
RELÉS ELECTROMECAÓNICOS

Los relés electromecánicos poseen un disco que este acoplado sobre un eje que es retenido por un resorte espiral cuya tensión puede variar, accediendo el ajuste de corriente mínima de operación del relé, además este funciona como un interruptor que es controlado por un circuito eléctrico que por medio de una bobina y un electroimán detectan las altas corrientes y abren el circuito para evitar daños.



RELÉS ELECTROMECAÓNICOS DE SOBRECORRIENTE

Los relés de sobrecorriente de protecci3n son dispositivos utilizados para la detecci3n de fallas dentro de un sistema asignada y operan conjuntamente con los interruptores.

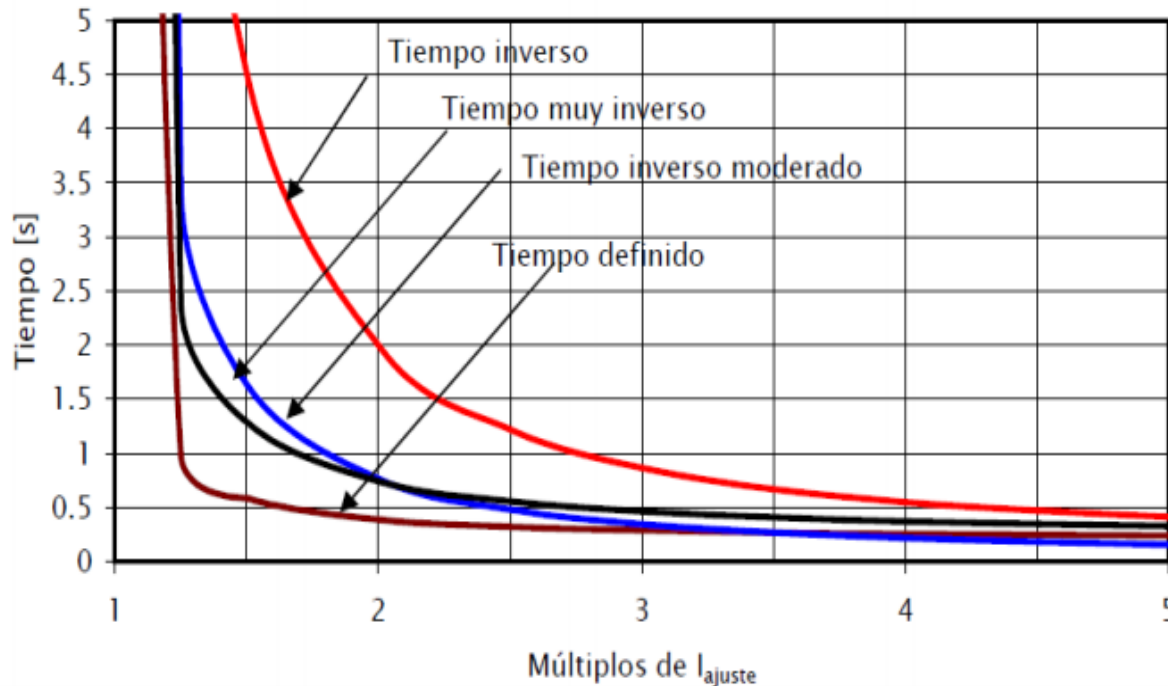


RELÉS DE SOBRECORRIENTE DE TIEMPO INSTANTÁNEO

- Estos relés de sobrecorriente instantáneo se le denomina de esta manera porque actúa en un tiempo menor o igual a 50 ms. Este tipo de relé cuando la corriente es mayor a la de operación el disparo se da de manera inmediata. Dentro de la norma ANSI se designan por el número 50.



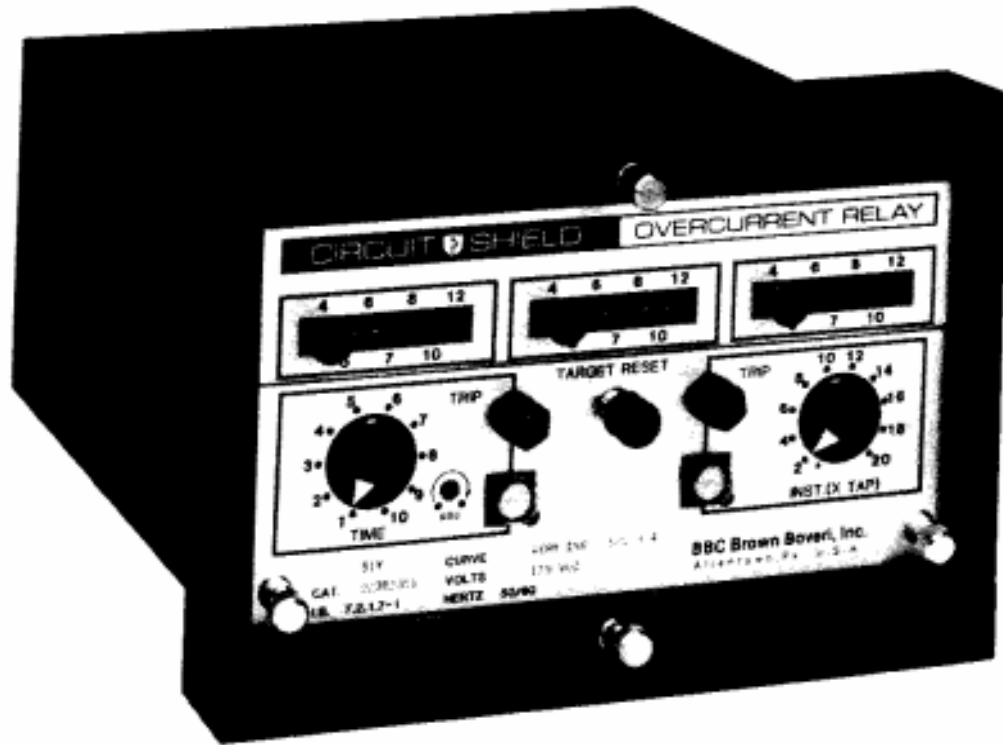
RELÉS DE SOBRECORRIENTE DE TIEMPO INVERSO



En este tipo de relés electromecánicos la función principal es que operan en un tiempo inversamente proporcional a la corriente de falla en función de las curvas de operación de este tipo de relés. La ventaja de estos relés de tiempo inverso es que cuando se presentan corrientes altas los tiempos de operación son muy cortos y así se protege de mejor manera al sistema, por la norma ANSI se designan por el número 51.



ABB Circuit- Shield Type 51L



THREE PHASE
FOR PHASE PROTECTION

IB-7.2.1.7-1
PAGE 12

SOLID-STATE OVERCURRENT RELAYS

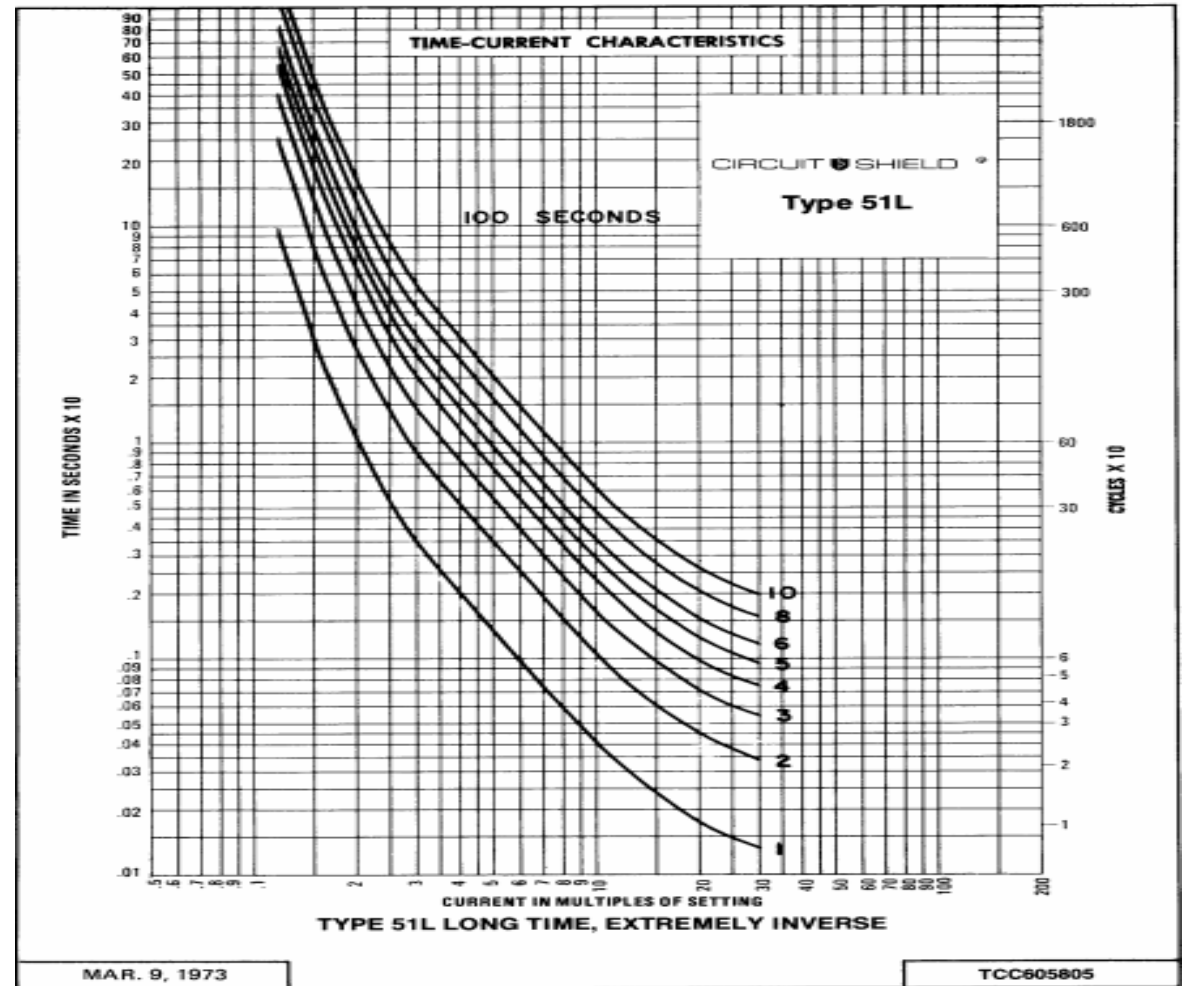
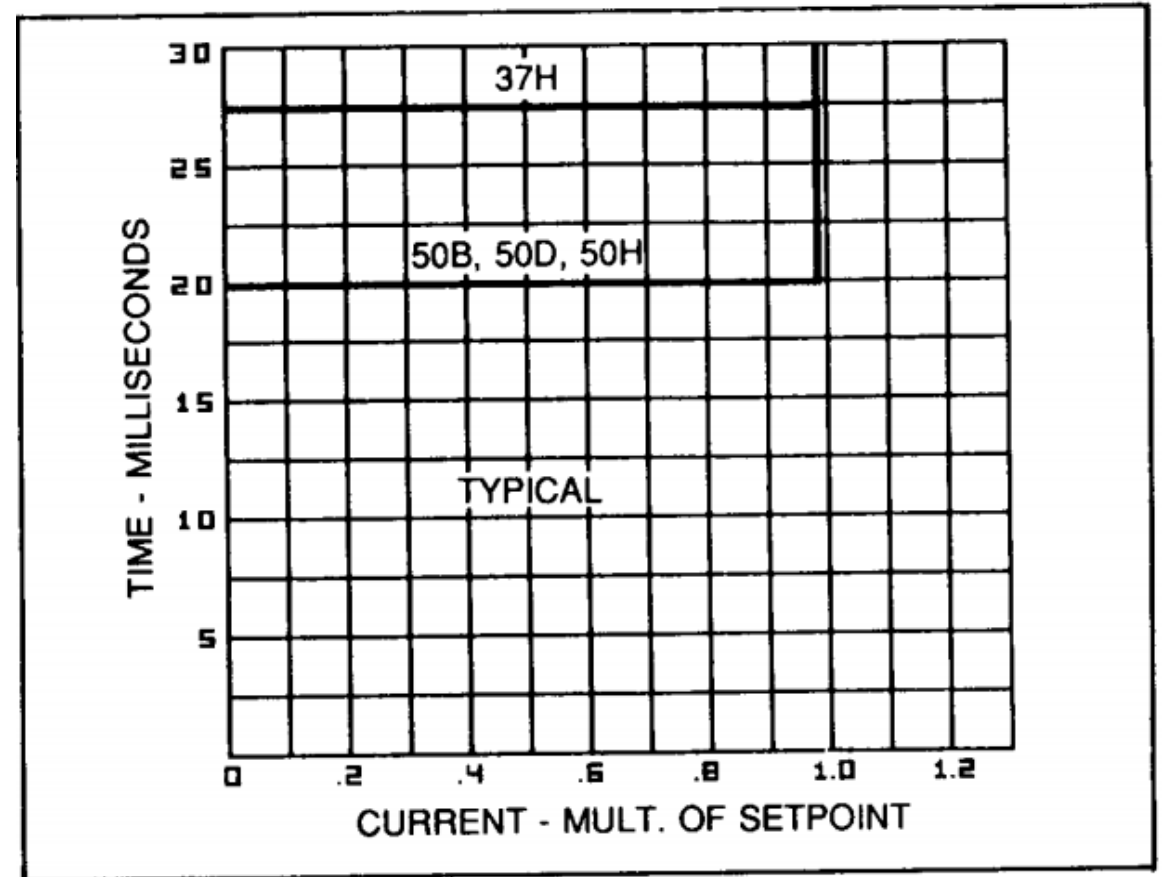
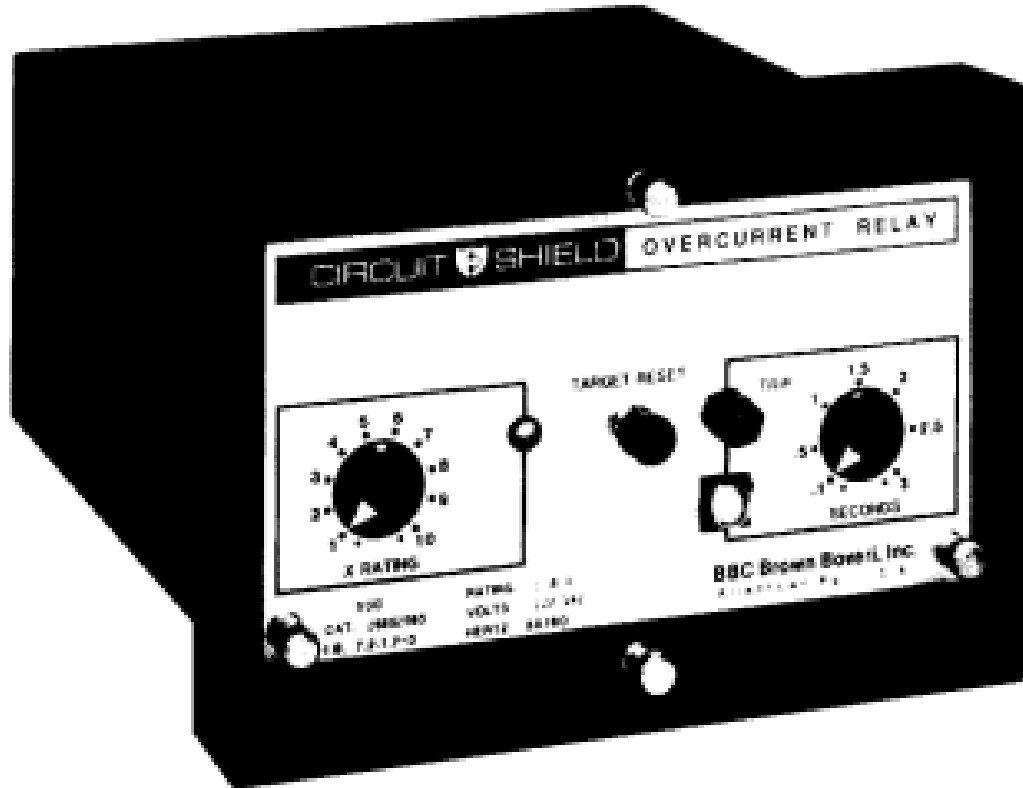


ABB Circuit- Shield Type 50D

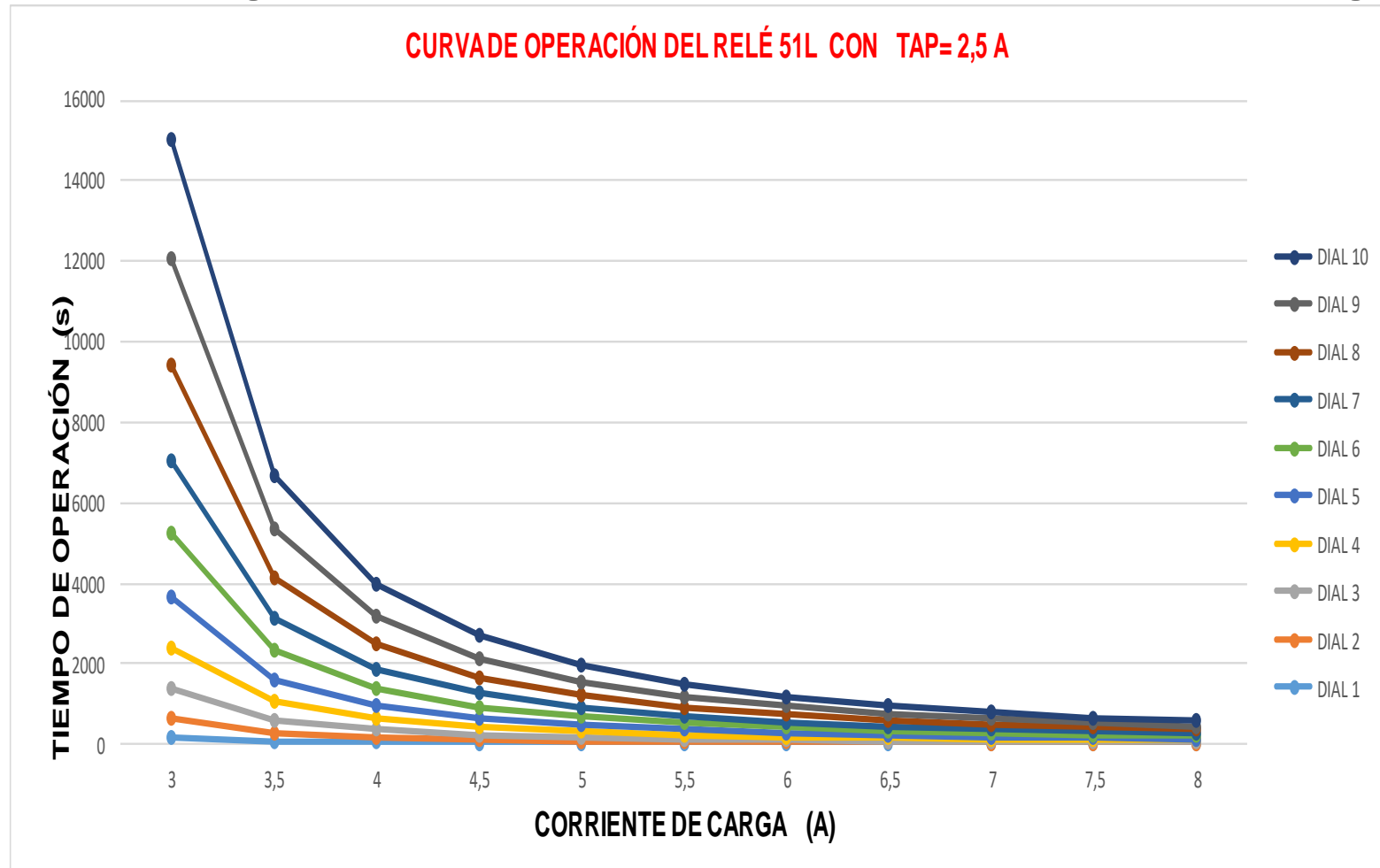


Datos del Relé 51L con Tap=2,5 A

DATOS DEL RELÉ 51L (TIEMPO INVERSO) TAP= 2,5 A									
DIAL 1		DIAL 2		DIAL 3		DIAL 4		DIAL 5	
Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)
3	2,57	3	8,01	3	11,45	3	16,38	3	21,26
3,5	1,3	3,5	3,55	3,5	5,18	3,5	7,19	3,5	9,27
4	0,48	4	2,11	4	3,1	4	4,22	4	5,35
4,5	0,32	4,5	1,39	4,5	2,08	4,5	2,57	4,5	3,48
5	0,24	5	1,02	5	1,49	5	2,07	5	2,44
5,5	0,18	5,5	0,46	5,5	1,07	5,5	1,37	5,5	2,06
6	0,14	6	0,38	6	0,53	6	1,25	6	1,39
6,5	0,11	6,5	0,31	6,5	0,45	6,5	1,02	6,5	1,2
7	0,1	7	0,25	7	0,37	7	0,51	7	1,06
7,5	0,08	7,5	0,22	7,5	0,32	7,5	0,42	7,5	0,55
8	0,07	8	0,18	8	0,25	8	0,38	8	0,47
DIAL 6		DIAL 7		DIAL 8		DIAL 9		DIAL 10	
Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)
3	26,29	3	30,38	3	39,01	3	43,65	3	46,44
3,5	11,35	3,5	13,5	3,5	17,25	3,5	19,3	3,5	20,45
4	6,53	4	8,05	4	10,09	4	11,25	4	12,11
4,5	4,39	4,5	6,23	4,5	6,54	4,5	8,42	4,5	8,15
5	3,21	5	3,55	5	5,06	5	6,34	5	5,58
5,5	2,33	5,5	3,02	5,5	3,49	5,5	4,15	5,5	4,31
6	2,02	6	2,22	6	3,03	6	3,21	6	3,48
6,5	1,4	6,5	1,54	6,5	2,27	6,5	2,43	6,5	2,52
7	1,21	7	1,35	7	2,04	7	2,15	7	2,23
7,5	1,09	7,5	1,19	7,5	1,42	7,5	1,55	7,5	2,01
8	0,58	8	1,08	8	1,27	8	1,38	8	1,46



Curva de operación del Relé 51L con Tap= 2,5 A



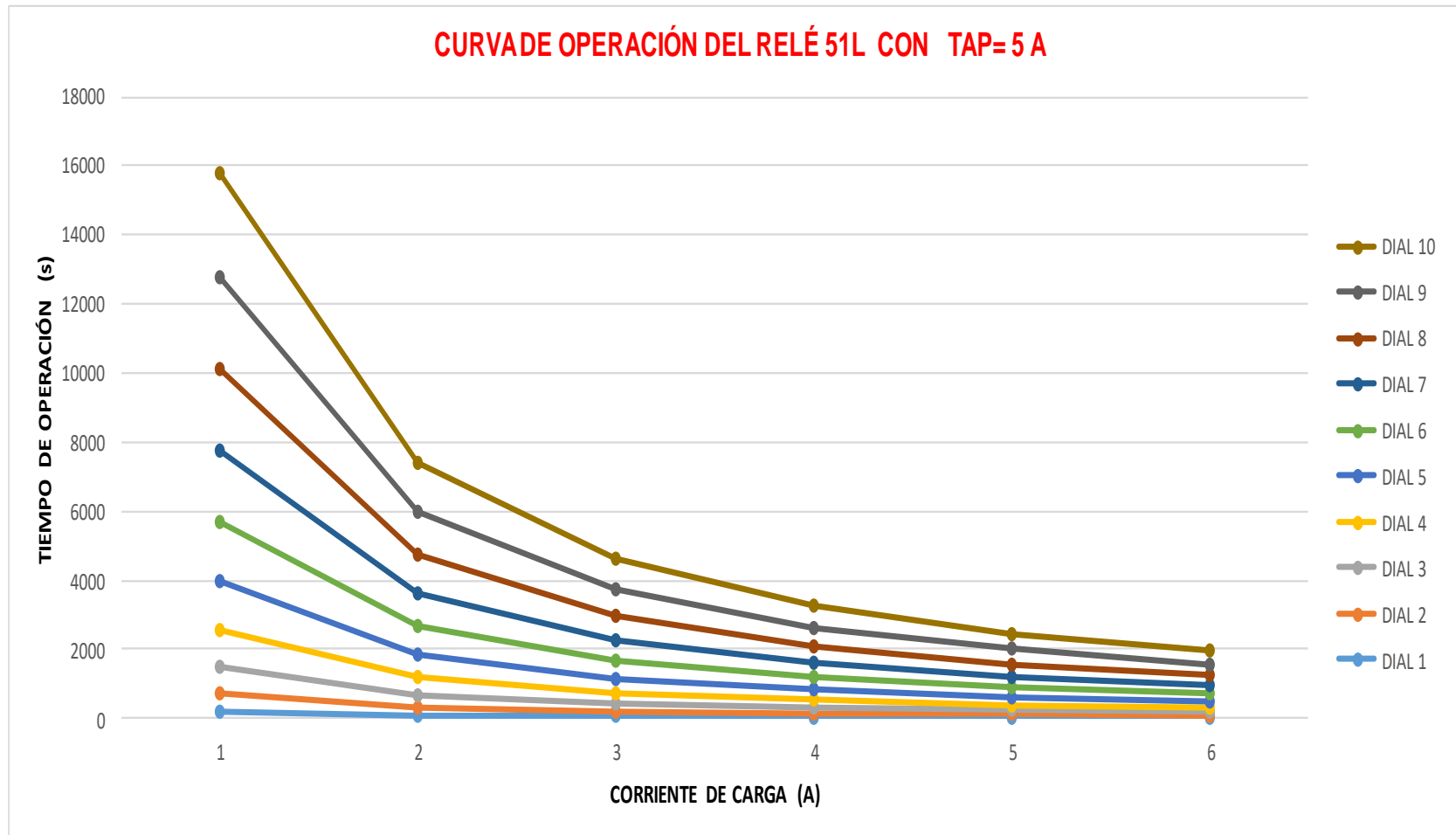
Datos del Relé 51L con Tap= 5 A

DATOS DEL RELÉ 51 (TIEMPO INVERSO) TAP= 5 A

DIAL 1		DIAL 2		DIAL 3		DIAL 4		DIAL 5	
Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)
5,5	3,21	5,5	8,12	5,5	12,55	5,5	17,54	5,5	23,13
6	1,32	6	3,49	6	6,02	6	8,22	6	10,58
6,5	0,58	6,5	2,23	6,5	3,45	6,5	5,12	6,5	6,51
7	0,4	7	1,41	7	2,39	7	3,41	7	4,47
7,5	0,32	7,5	1,15	7,5	2,03	7,5	2,47	7,5	3,35
8	0,25	8	0,58	8	1,34	8	2,11	8	2,51
DIAL 6		DIAL 7		DIAL 8		DIAL 9		DIAL 10	
Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)
5,5	29,13	5,5	33,54	5,5	39,19	5,5	44,34	5,5	50
6	13,52	6	15,48	6	18,23	6	20,52	6	23,25
6,5	8,29	6,5	9,55	6,5	11,32	6,5	13,05	6,5	14,38
7	6,05	7	7,05	7	8,04	7	9,12	7	10,19
7,5	4,36	7,5	5,17	7,5	6,11	7,5	6,57	7,5	7,48
8	3,34	8	4,09	8	4,49	8	5,28	8	6,11



Curva de operación del Relé 51L con Tap= 5 A

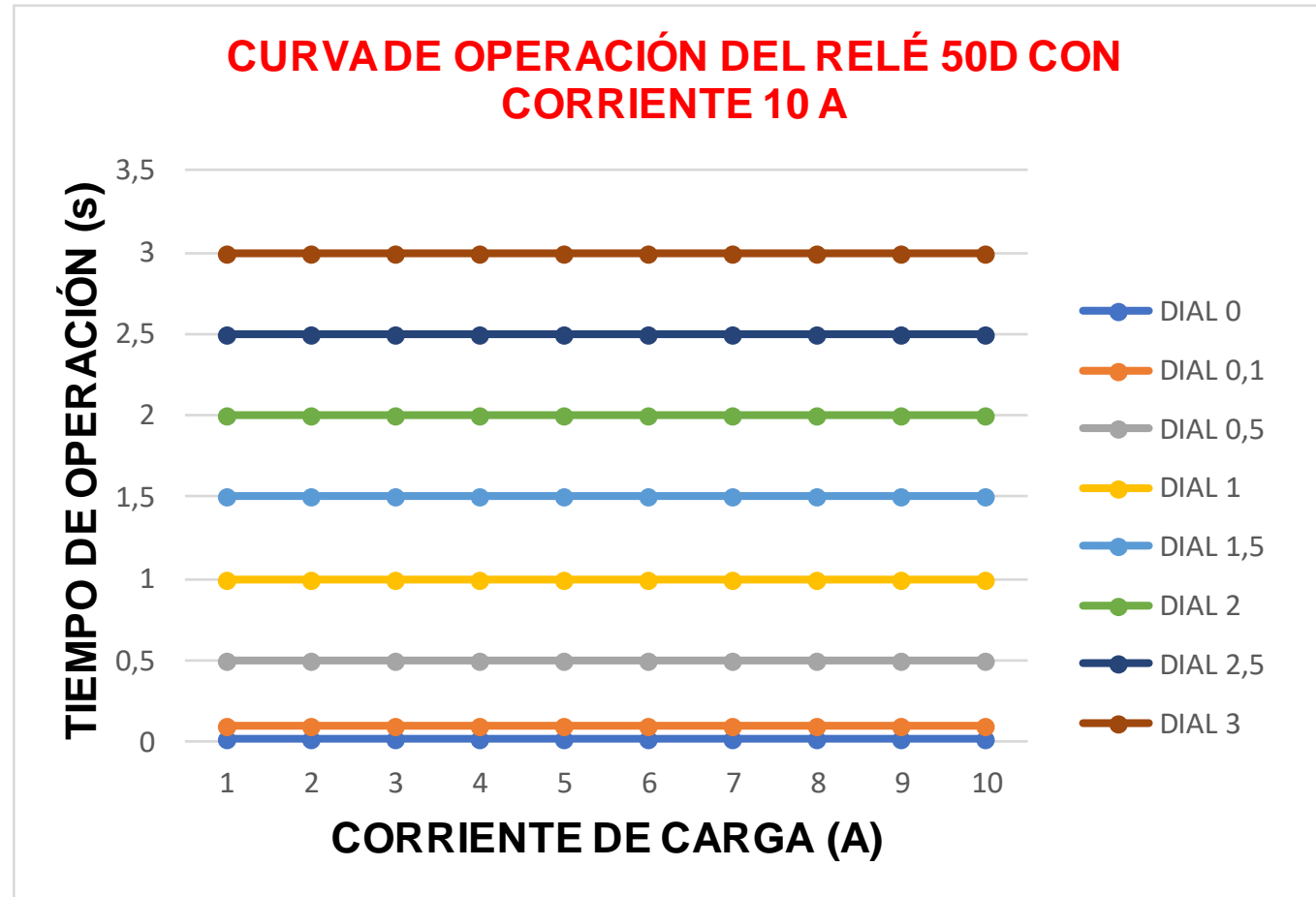


Datos del Relé 50D con corriente de carga= 10 A

DATOS DEL RELÉ 51L (TIEMPO INVERSO) CORRIENTE = 10 A									
DIAL 0		DIAL 0,1		DIAL 0,5		DIAL 1		DIAL 1,5	
Corriente (A)	Tiempo (s)	Corriente (A)	Tiempo (s)	Corriente (A)	Tiempo (s)	Corriente (A)	Tiempo (s)	Corriente (A)	Tiempo (s)
1	0,02	1	0,1	1	0,5	1	1	1	1,5
2	0,02	2	0,1	2	0,5	2	1	2	1,5
3	0,02	3	0,1	3	0,5	3	1	3	1,5
4	0,02	4	0,1	4	0,5	4	1	4	1,5
5	0,02	5	0,1	5	0,5	5	1	5	1,5
6	0,02	6	0,1	6	0,5	6	1	6	1,5
7	0,02	7	0,1	7	0,5	7	1	7	1,5
8	0,02	8	0,1	8	0,5	8	1	8	1,5
9	0,02	9	0,1	9	0,5	9	1	9	1,5
10	0,02	10	0,1	10	0,5	10	1	10	1,5
DIAL 2		DIAL 2,5		DIAL 3					
Corriente (A)	Tiempo (s)	Corriente (A)	Tiempo (s)	Corriente (A)	Tiempo (s)				
1	2	1	2,5	1	3				
2	2	2	2,5	2	3				
3	2	3	2,5	3	3				
4	2	4	2,5	4	3				
5	2	5	2,5	5	3				
6	2	6	2,5	6	3				
7	2	7	2,5	7	3				
8	2	8	2,5	8	3				
9	2	9	2,5	9	3				
10	2	10	2,5	10	3				



Curvas de operación del Relé 50 D



PROPUESTA

Dimensionamiento e implementación de un módulo didáctico para el análisis de curvas de operación en los relés electromecánicos de sobrecorriente inverso e instantáneo (50/51).

OBJETIVO GENERAL

Dimensionar e implementar un módulo didáctico a partir de los relés electromecánicos de sobrecorriente inverso e instantáneo (50/51), para el análisis de curvas de operación.



PROPUESTA

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y adquirir los equipos para la construcción del módulo didáctico que servirá para el análisis de curvas de operación de los relés electromecánicos de sobrecorriente inverso e instantáneo (50/51)
- Construir el módulo de acuerdo a las medidas de los equipos y estándares de construcción.
- Implementar una interfaz gráfica para el análisis de las curvas de operación de los relés.
- Identificar la ecuación matemática que nos permita calcular los tiempos de operación de los relés empleados en el módulo didáctico.
- Realizar pruebas de funcionamiento de los relés y analizar las curvas de operación de los relés electromecánicos cuando se presenta una falla en la barra, y mediante un software compararla con otras curvas variando otros parámetros de funcionamiento.



Diseño de la Propuesta

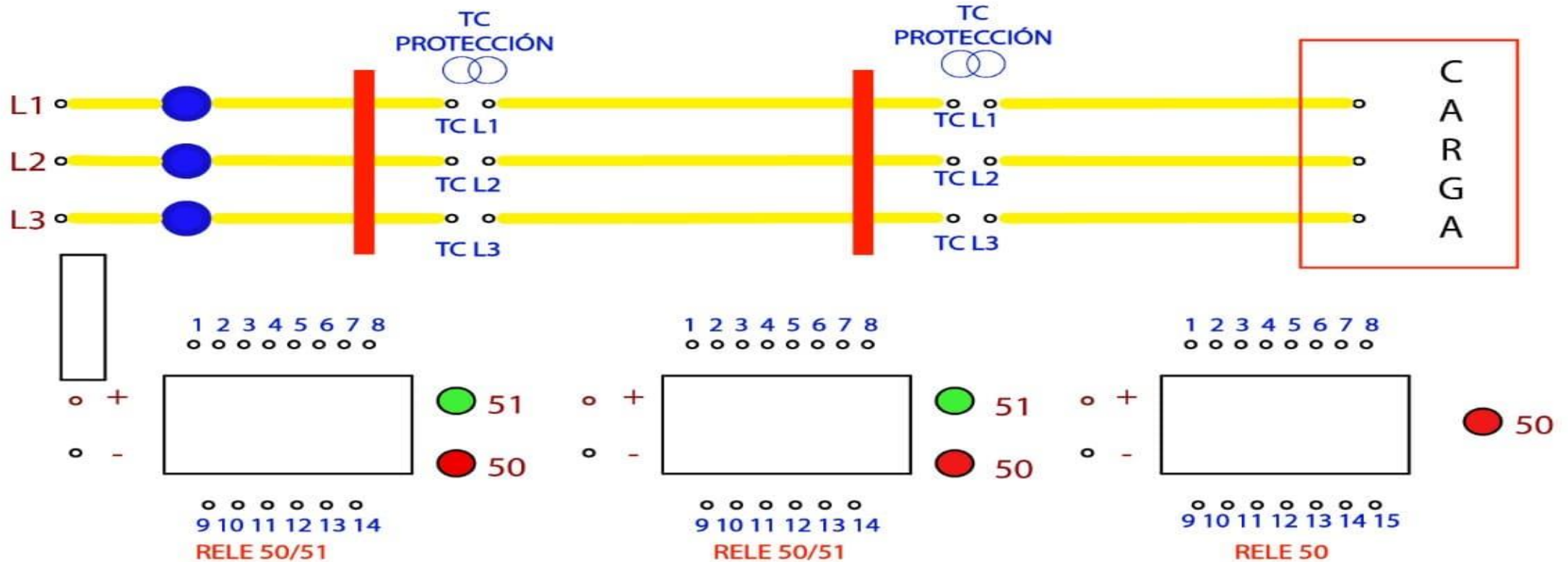
- Selección de sensores y equipos
- Procesamiento de datos
- Obtención de medidas
- Diseño mecánico
- Resultado final



Arquitectura del proyecto



MODELO DE LAMIENTO
DEL RELE 50-51



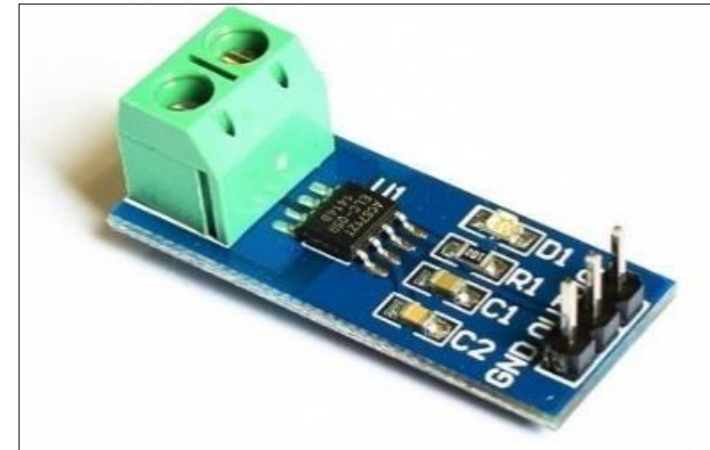
Selección de dispositivos electrónicos y mecánicos

Transformadores de corriente



Transformador de corriente de Multi-montaje
CAMSCO- razón de 30/5A

Sensores de corriente



Sensor efecto Hall ACS712-20^a

Interruptores automáticos magnetotérmicos



Serie System pro M compact S200

Controlador



Controlador Arduino Mega



HMI para el módulo



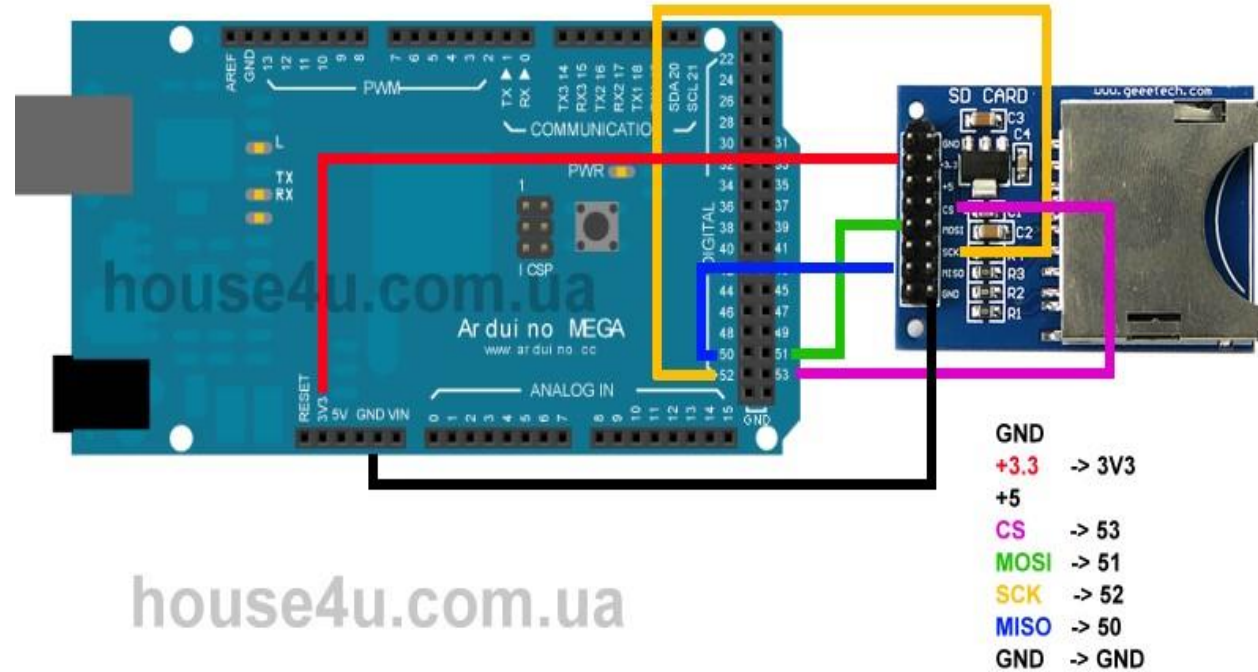
Pantalla Nextion táctil de 16 pulgadas

Relés electrónicos



Relé electrónico de 5V DC

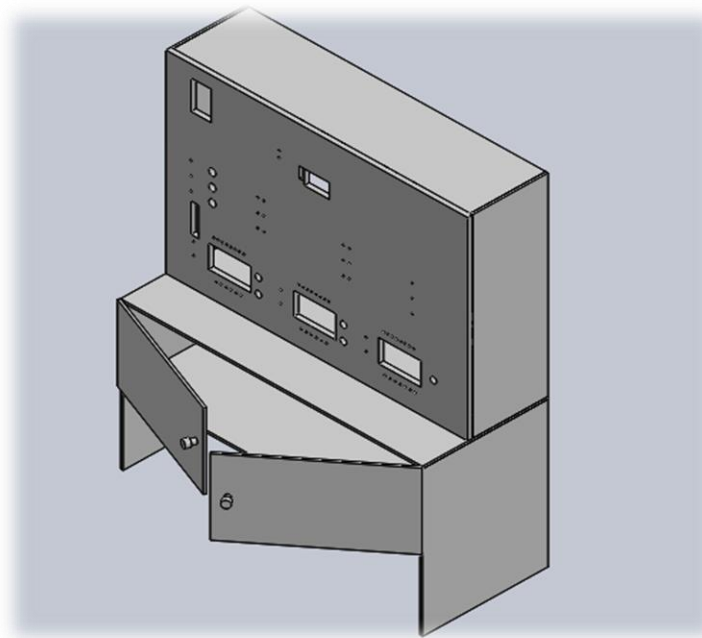
Lector de Tarjeta de Memoria



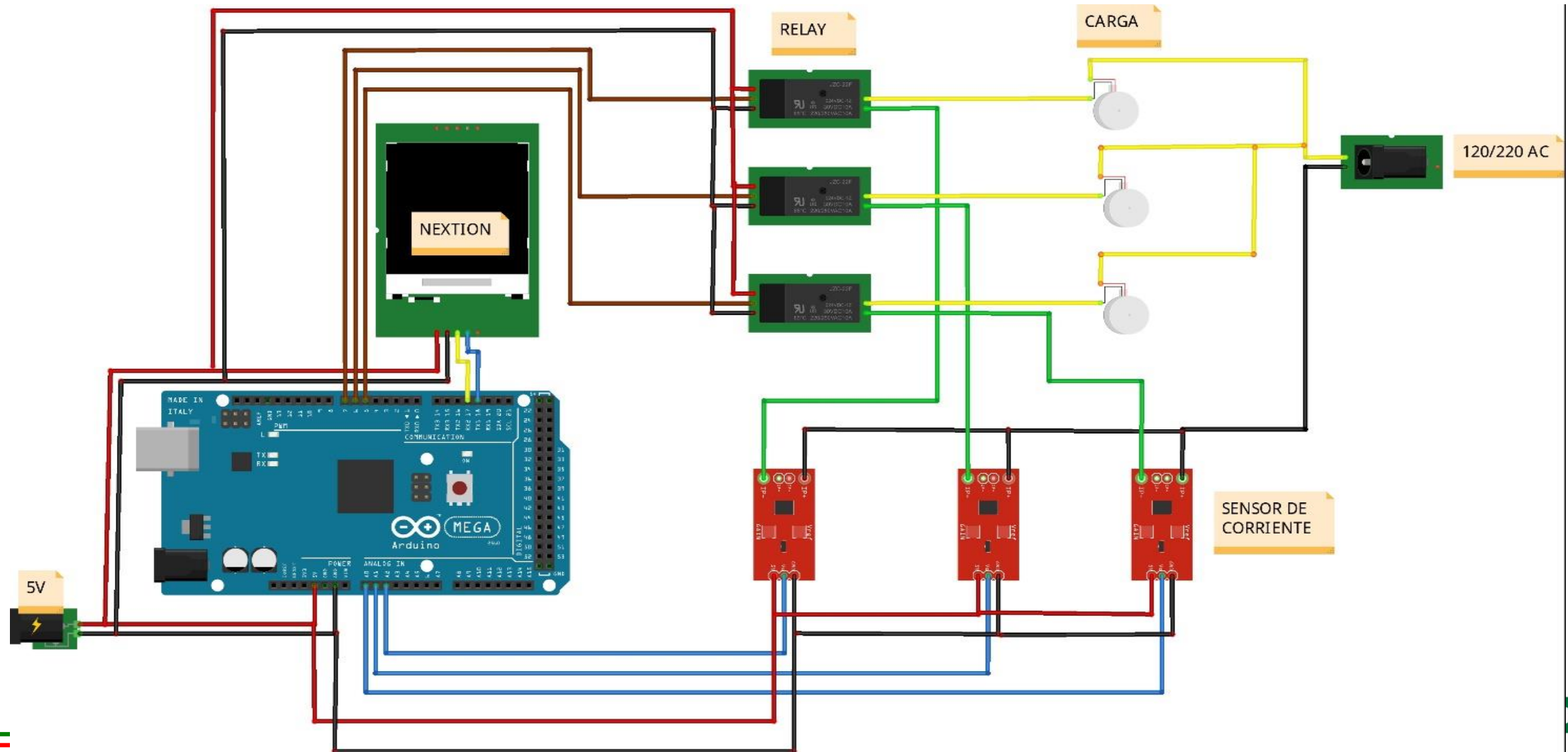
Conexión del módulo SD CARD con el Arduino

Diseño mecánico del módulo

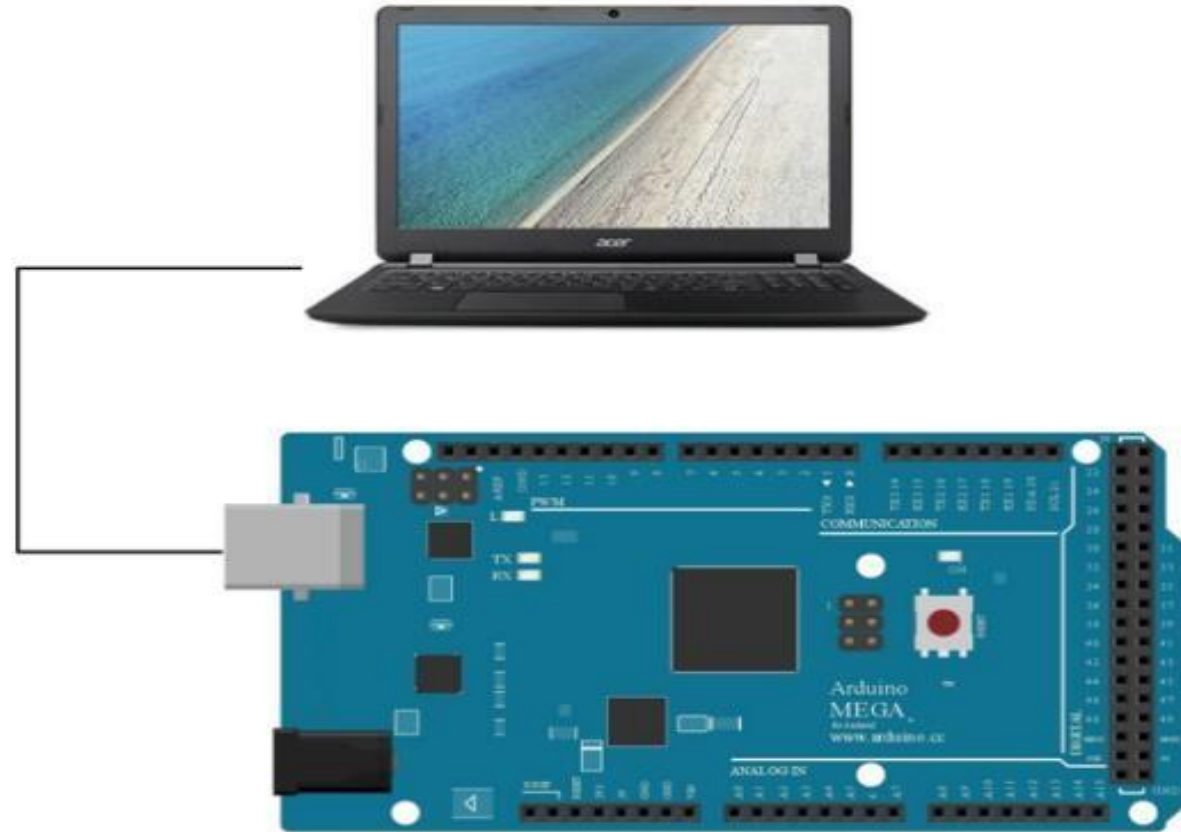
Tomando en cuenta que el módulo didáctico va a alojar elementos que necesitan ser asegurados con la estructura del módulo se la realizará en MDF de 2cm de grosor con perforaciones para los elementos



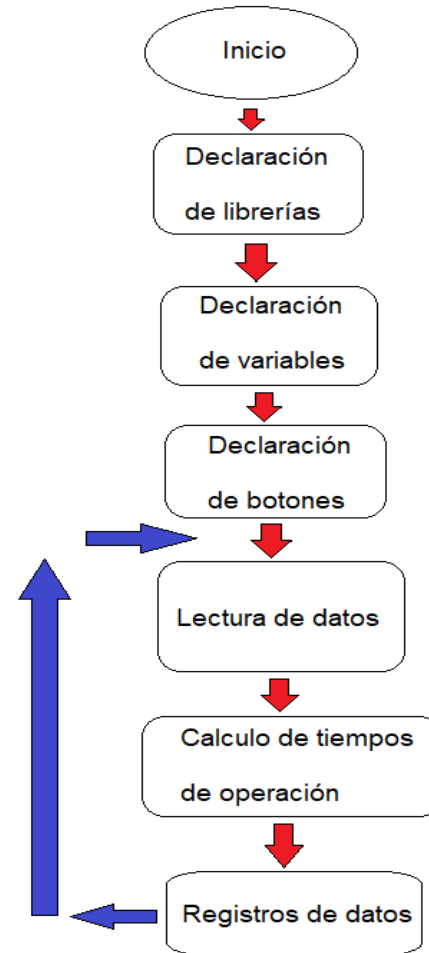
Conexión de los componentes electrónicos



Comunicación del módulo con el ordenador



Esquema del proceso de Programación

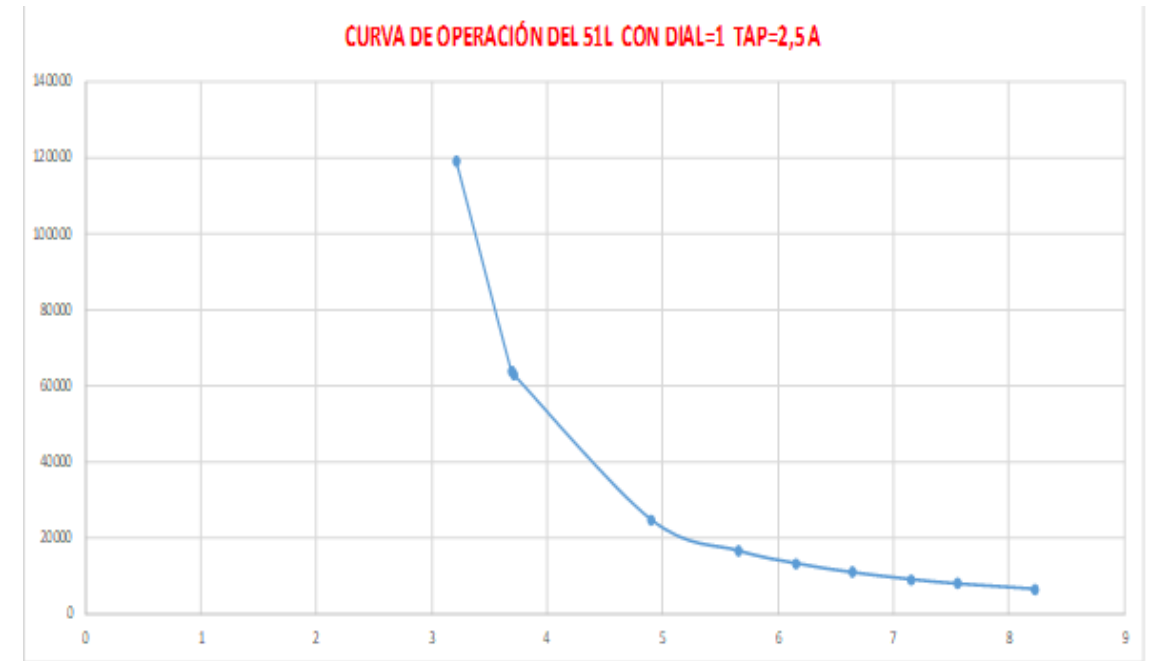


Pruebas de medición del módulo

Datos del relé 51L calculados por el programa

Tap_calA	0	timA	0	Tap_calB	8,21	timB	6393	Tap_calC	8,23	timC	6357
Tap_calA	0	timA	0	Tap_calB	7,5	timB	7947	Tap_calC	7,55	timC	7813
Tap_calA	0	timA	0	Tap_calB	7,14	timB	8956	Tap_calC	7,15	timC	8932
Tap_calA	0	timA	0	Tap_calB	6,64	timB	10778	Tap_calC	6,64	timC	10781
Tap_calA	0	timA	0	Tap_calB	6,08	timB	13521	Tap_calC	6,16	timC	13102
Tap_calA	0	timA	0	Tap_calB	4,37	timB	35127	Tap_calC	5,66	timC	16449
Tap_calA	0	timA	0	Tap_calB	4,89	timB	24822	Tap_calC	4,9	timC	24653
Tap_calA	0	timA	0	Tap_calB	3,67	timB	65357	Tap_calC	3,71	timC	62858
Tap_calA	3,69	timA	63687	Tap_calB	3,68	timB	64986	Tap_calC	3,69	timC	63687
Tap_calA	3,21	timA	119229	Tap_calB	3,22	timB	118503	Tap_calC	3,21	timC	65205

Curva de operación del relé 51L con datos del módulo



Ecuación para calcular el tiempo de operación de los relés de sobrecorriente

Modelo matemático

$$t = DIAL \left(\frac{a}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^n - 1} + C \right)$$

t = Tiempo de operación del relé de sobrecorriente.

I = Corriente de falla inyectada al relé de sobrecorriente.

I_s = TAP o Corriente de Operación del Relé.

$DIAL$ = Constante de ajuste del Relé

n y a = Parámetro que define la curva característica

de operación del Relé.

C = Constante de ajuste del Relé.

IEC 255 Y BS 142

Tipo de Curva	n	α	C
Moderadamente inversa_ IEEE	0,02	0,0515	0,114
Muy inversa_ IEEE	2	19,61	0,491
Extremadamente Inversa_ IEEE	2	28,2	0,1217
Extremadamente Inversamente Largo_ IEEE	2,43	100	0,5
Inversa_ CO8	2	5,95	0,18
Inversa de corto tiempo_ CO2	0,02	0,0239	0,0169
Inversa Estándar_ IEC	0,02	0,14	0
Muy inversa_ IEC	1	13,5	0
Extremadamente Inversa_ IEC	2	80	0

Constantes de forma para ecuación exponencial según normas IEC



Pruebas del cálculo del tiempo de operación

Datos:

$$DIAL = 1$$

$$TAP (I_s) = 2.5 A$$

$$I = 8 A$$

$$\alpha = 100$$

$$n = 2,43$$

$$C = 0,5$$

$$t = 1 \left(\frac{100}{\left(\frac{8}{2,5}\right)^{2,43} - 1} + 0,5 \right)$$

$$t = 1 \left(\frac{100}{15,9} + 0,5 \right)$$

$$t = 1(6,8)$$

$$t = 6,8 s$$

Reemplazamos los valores en la Ecuación

$$t = DIAL \left(\frac{a}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^n - 1} + C \right)$$

DATOS DEL RELÉ 51L (TIEMPO INVERSO) TAP= 2,5 A							
DIAL 1		DIAL 2		DIAL 3		DIAL 4	
Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)
3	2,57	3	8,01	3	11,45	3	16,38
3,5	1,3	3,5	3,55	3,5	5,18	3,5	7,19
4	0,48	4	2,11	4	3,1	4	4,22
4,5	0,32	4,5	1,39	4,5	2,08	4,5	2,57
5	0,24	5	1,02	5	1,49	5	2,07
5,5	0,18	5,5	0,46	5,5	1,07	5,5	1,37
6	0,14	6	0,38	6	0,53	6	1,25
6,5	0,11	6,5	0,31	6,5	0,45	6,5	1,02
7	0,1	7	0,25	7	0,37	7	0,51
7,5	0,08	7,5	0,22	7,5	0,32	7,5	0,42
8	0,07	8	0,18	8	0,25	8	0,38
DIAL 6		DIAL 7		DIAL 8		DIAL 9	
Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)	Corriente (A)	Tiempo (min)
3	26,29	3	30,38	3	39,01	3	43,65
3,5	11,35	3,5	13,5	3,5	17,25	3,5	19,3
4	6,53	4	8,05	4	10,09	4	11,25
4,5	4,39	4,5	6,23	4,5	6,54	4,5	8,42
5	3,21	5	3,55	5	5,06	5	6,34
5,5	2,33	5,5	3,02	5,5	3,49	5,5	4,15
6	2,02	6	2,22	6	3,03	6	3,21
6,5	1,4	6,5	1,54	6,5	2,27	6,5	2,43
7	1,21	7	1,35	7	2,04	7	2,15
7,5	1,09	7,5	1,19	7,5	1,42	7,5	1,55
8	0,58	8	1,08	8	1,27	8	1,38



Pruebas de relación del tiempo de operación de los relés con el tiempo calculado por el módulo didáctico.

Relación de los valores de tiempo de operación del relé 51L

Tap=2.5 A Dial=1

Tap=5 A Dial=10

Relación de los valores de tiempo del Relé 51L

TAP= 2,5 A

DIAL 1

Corriente (A)	Tiempo real (min)	Tiempo del módulo (min)	Error(%)
3	2,57	2,59893	-1,125681
3,5	1,21	1,19544	1,203306
4	0,48	0,47374	1,304167
4,5	0,32	0,32029	-0,090625
5	0,24	0,23285	2,979167
5,5	0,18	0,17761	1,327778
6	0,14	0,14026	-0,185714
6,5	0,11	0,11376	-3,418182
7	0,1	0,09423	5,77
7,5	0,08	0,07943	0,7125
8	0,07	0,06795	2,928571
PROMEDIO DE ERROR (%)			1,036844

Relación de los valores de tiempo del Relé 51L

TAP= 5 A

DIAL 10

Corriente (A)	Tiempo real (min)	Tiempo del módulo (min)	Error (%)
5,5	50	50,01646667	-0,032933
6	23,25	23,41901667	-0,726953
6,5	14,38	14,6624	-1,963839
7	10,19	10,3553	-1,622179
7,5	7,48	7,820733333	-4,555258
8	6,11	6,167333333	-0,938352
PROMEDIO DE ERROR (%)			1,639919



Pruebas de relación de la curva de operación real con la curva con los valores calculados por el módulo didáctico.

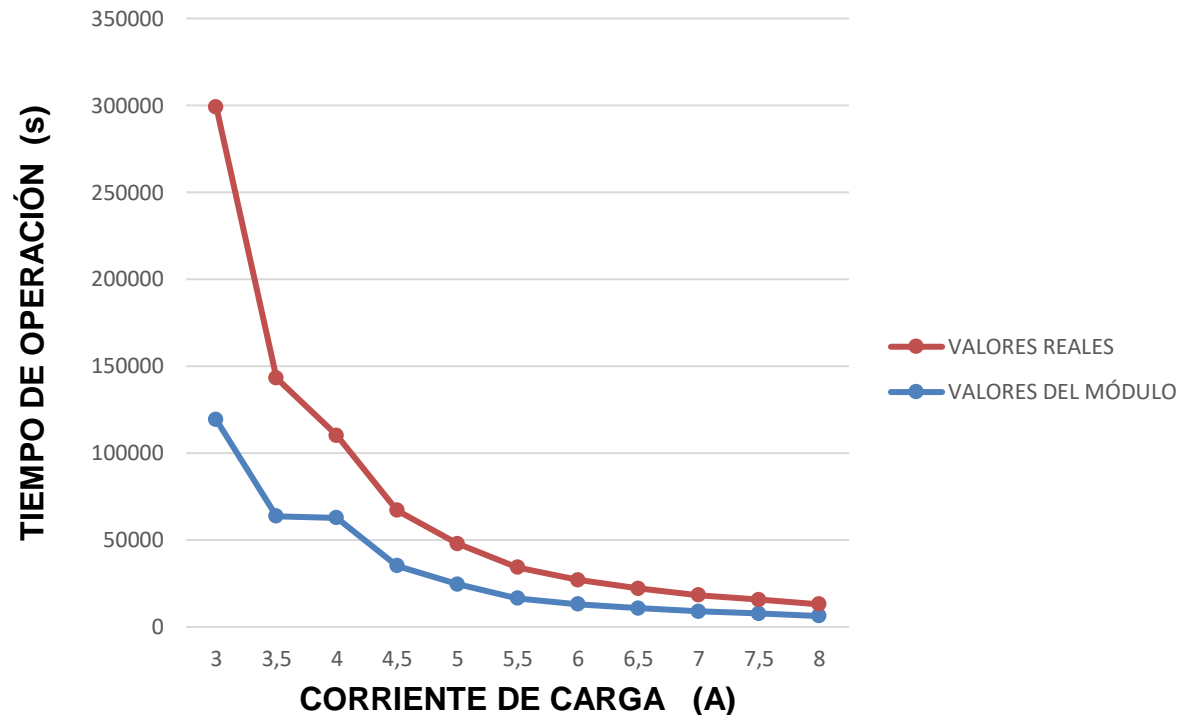
Valores reales y valores calculados por el módulo

VALORES REALES Y DEL MÓDULO CON UN TAP=2,5

DIAL 1

Corriente del módulo (A)	Tiempo del módulo (s)	Corriente real (A)	Tiempo real (s)	Error corriente	Error de tiempo
3,21	119229	3	179893	-7,00	33,72
3,69	63687	3,5	79544	-5,43	19,93
3,71	62858	4	47374	7,25	-32,68
4,37	35127	4,5	32029	2,89	-9,67
4,9	24653	5	23285	2,00	-5,88
5,66	16449	5,5	17761	-2,91	7,39
6,16	13102	6	14026	-2,67	6,59
6,64	10781	6,5	11376	-2,15	5,23
7,15	8932	7	9423	-2,14	5,21
7,55	7813	7,5	7943	-0,67	1,64
8,23	6357	8	6795	-2,88	6,45
		PROMEDIO ERROR		13,70	3,45

RELACIÓN DE CURVAS DE OPERACIÓN CON TAP= 2,5 A



CONCLUSIONES

- En función de las características principales de los relés electromecánicos de sobrecorriente inverso 51L e instantáneo 50D se seleccionó los componentes del módulo como el banco de resistencias Lab-Volt, fuente de alimentación Lab-Volt, estructura del módulo, transformadores de corriente, placas de control, equipos de protección, dispositivos de visualización, registro y descarga de datos necesarios para graficar las curvas de operación de los relés.
- Se determinó la relación de transformación de los TC para la corriente de carga como 3 a 1, y con 20 vueltas, dándonos una corriente 3 veces mayor a la corriente de fase y así permitiéndonos tener corrientes elevadas sin alterar el funcionamiento de nuestra carga.
- Una vez identificados los componentes eléctricos y electrónicos se procedió al diseño del módulo didáctico para el análisis de curvas de operación de los relés de sobrecorriente inverso e instantáneo (50/51) realizando un análisis a la estructura y a los ensamblajes de los elementos obteniendo factores de operabilidad que garantizan un funcionamiento adecuado del módulo, mientras que para los componentes electrónicos se verificó la compatibilidad y comunicación entre dispositivos.



- Se desarrolló un programa en Arduino que permitió la lectura de las variables de tiempo de operación, Dial, Tap, Corriente de carga, Corriente de fase permitiendo el procesamiento de las señales provenientes de los sensores de corriente con la finalidad de calcular el tiempo de operación de los relés 51L Y 50D a partir de su ecuación matemática y posteriormente visualizar a través de una interfaz gráfica el funcionamiento y grabar datos en un Tarjeta SD que permita graficar en un Software las curvas de operación de los relés y analizarlas.
- Los porcentajes de cálculo de error en la relación de tiempo de operación de los relés con el tiempo calculado por la ecuación matemática nos da un valor de 1.03% con Dial 1 Tap= 2.5 A y un error del 1.63% con Dial 10 Tap= 5 A, además el porcentaje de error de los valores reales con valores emitidos por el módulo es 3,45% en los tiempos de operación, siendo estos valores de error aceptables en los sistemas de medición.
- Los valores mínimos de tiempo de operación del relé 51L es 6,795 segundos cuando se tiene un Dial de 1, Tap 2.5, carga de 8 A, y un tiempo máximo de 125,12 minutos con un Dial de 10, Tap 2.8, carga de 3 A, en el relé 50D el Dial varia de 0,1 a 3 y el Tap varia de 1 a 10 amperios en escala de 1, este relé es instantáneo y saltará a los 20 milisegundos en corrientes mayores a la su Tap.



RECOMENDACIONES

- El módulo implementado posee tres tipos de alimentación: para su placa de control se alimenta con 110v AC, para las líneas 220v AC y los relés con 120 DC, por motivos se recomienda tomar en cuenta para alimentar desde la fuente de alimentación para evitar accidentes o daños en los equipos.
- La tarjeta de memoria debe estar ubicado en el módulo al momento de empezar a realizar las practicas, además de tener a la mano un lector de tarjeta de memoria para trasladar los datos a un Software para el grafico de las curvas de operación.
- Cada vez que se realiza una medición de tiempo y salta los relés se debe resetear el módulo a través del botón reset rojo ubicado junto a la pantalla, de igual manera es recomendable desconectar la carga para iniciar una nueva medición.
- Se recomienda realizar las practicas con todos los elementos de medición del laboratorio para verificar que los datos emitidos por el módulo coincidan con los valores reales, tanto de corrientes como un cronometro para el tiempo de operación.
- A la Universidad de las Fuerzas Armadas se recomienda la realización de otros proyectos relacionados con los equipos de protección como son los relés, ya que esta es un área muy importante para nuestra carrera en el ámbito laboral.



GRACIAS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA