



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL INDUSTRIAL A  
TRAVÉS DE UN CONTROLADOR PROGRAMABLE (LOGO 230RCE) PARA  
PRÁCTICAS DE LABORATORIO CON APLICACIÓN EN ARRANQUE DE  
MOTORES TRIFÁSICOS EN LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN  
ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
ESPE-L, 2019**

**MONOGRAFÍA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA**

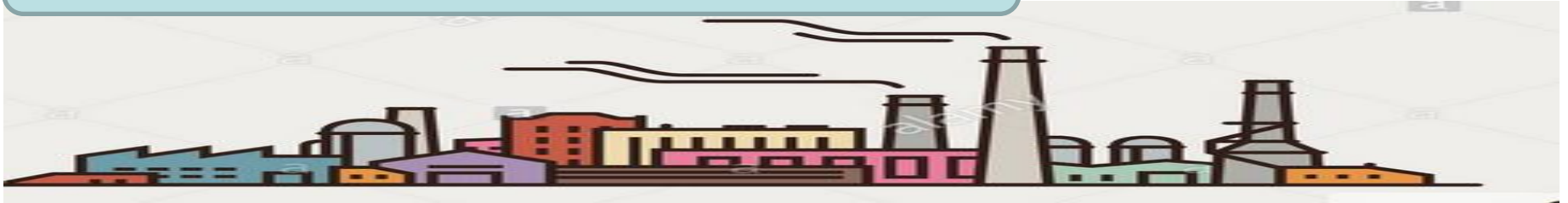
---

**AUTOR: VELASCO PANCHI, CESAR RAMIRO  
DIRECTOR: ING. LARA JÁCOME, OSCAR RODRIGO**

**2019**



# ANTECEDENTES



Actualmente el nuevo camino orientado a las comunicaciones Industriales se torna importantes al desarrollo de una nueva era en los procesos de producción para las empresas.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Unidad de Gestión de Tecnologías, dispone en sus instalaciones el laboratorio de control industrial para la simulación de procesos industriales, cuenta con cuatro módulos que son utilizados por las carreras, sin embargo, la demanda reflejada de los estudiantes no satisface con la carga horaria que tiene el laboratorio. Llegando a no desarrollar las capacidades necesarias y únicamente logrando realizar las prácticas de laboratorio en determinados horarios que proporciona la UGT (Unidad de Gestión de Tecnologías).

## OBJETIVO GENERAL



Implementar un banco de pruebas de control industrial a través de un controlador programable (LOGO! 230RCE) en prácticas de laboratorio con aplicación en arranque de motores trifásicos para la carrera de Tecnología en Electromecánica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, 2019.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS



Seleccionar e identificar los componentes eléctricos y electrónicos adecuados en la implementación de un banco de pruebas para la ejecución de trabajos prácticos enfocado a las aplicaciones industriales.



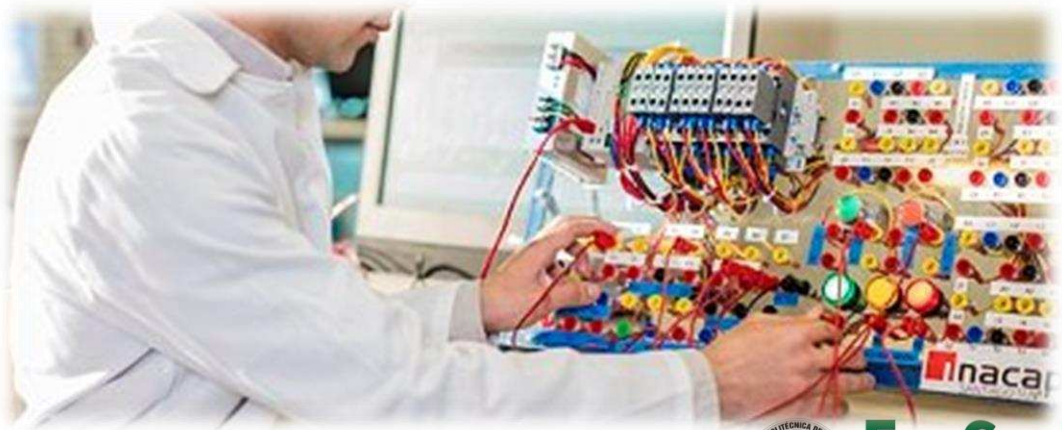
Instalar los dispositivos eléctricos y electrónicos en el banco de pruebas de control industrial para el arranque de motores trifásicos y la determinación de su funcionamiento puesto en marcha.



Elaborar un manual de mantenimiento y operaciones de las aplicaciones industriales a través de la recopilación de información tanto teórico como práctico para la fácil interacción del estudiante con el banco de pruebas.

## ALCANCE

El propósito de este proyecto se basa en la implementación de un módulo didáctico a través de los diferentes dispositivos tanto de control (logo 230RCE, contactores), maniobra (pulsadores, interruptores, selector de 2 posiciones, paro de emergencia), protección (fusibles, breaker, portafusiles, relé térmico) y señalización (luces piloto, indicadores de voltaje).



Ayudara al proceso de enseñanza de forma práctica a los estudiantes de la carrera de Tecnología en Electromecánica, bajo los siguientes ensayos expuestos a continuación, mejorando la formación del estudiante.

- ❖ Arranque directo de un motor trifásico mediante contactores, pulsadores y luces piloto.
- ❖ Circuito de control para la detección de una secuencia de operación mediante 4 contactores y 2 pulsadores.
- ❖ Circuito de control para la inversión de giro de un motor trifásico utilizando un pulsador de paro.
- ❖ Circuito de control para el accionamiento condicionado de contactores
- ❖ Puesta en marcha y apagado automático de un motor trifásico mediante un controlador programable (Logo 230RCE).



# BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL INDUSTRIAL

El banco de pruebas de control industrial está destinado para la ejecución de la simulación de procesos industriales y el arranque de motores trifásicos.

Está constituido con equipos y dispositivos eléctricos de la marca Siemens, Camsco, LS, Schneider Electric con el fin de garantizar una vida útil de los elementos, así como de su funcionamiento. Además cuenta con un motor trifásico de 0.75hp a una tensión de 220V.





# BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL INDUSTRIAL

## ❑ Alimentación eléctrica

El banco de pruebas de control industrial cuenta con una alimentación trifásica principal de 220V con su respectivo indicador de voltaje, corriente destinado para el circuito de fuerza y una derivación a 110V para los circuitos de control.

- ❑ La conexión de los dispositivos eléctricos está realizada con el conductor número 16 AWG destinado para los circuitos de control y con el cable número 12 AWG el circuito de fuerza del banco de pruebas.



# DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA EL MOTOR TRIFÁSICO

## DATOS

$$V = 220/440 \text{ V}$$

$$P = 0.75 \text{ HP}$$

$$F_p = 0.69$$

$$\text{RPM} = 1075 \text{ rpm}$$

$$F = 60 \text{ Hz}$$

$$T = 40 \text{ °C}$$

$$\text{Factor de servicio (FS)} = 1.15$$



# DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA EL MOTOR TRIFÁSICO

## ❖ INTENSIDAD DEL CIRCUITO

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times F_p}$$

Reemplazando la fórmula de la intensidad tenemos:

$$I_c = \frac{(0.75\text{HP})(746\text{W})}{\sqrt{3} \times 220\text{V} \times 0.69}$$

$$I_c = 2.12 \text{ A}$$



# DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA EL MOTOR TRIFÁSICO

El (REBT) indica que los conductores eléctricos que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad menor de 125% de la intensidad del motor.

$$I = 2.12 \times 1.25$$

$$I = 2.65 \text{ A}$$

La intensidad de la línea es de 2.65 A, que se va a emplear en los conductores de cobre.



# DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA EL MOTOR TRIFÁSICO

Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado		
14 AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A
1 AWG	110 A	130 A	145 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A

El conductor seleccionado es de tipo TW de calibre número 12 AWG que admite hasta 20 A, además es superior a la intensidad calculada.



# DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA EL MOTOR TRIFÁSICO

## ❖ CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN

$\rho$  = Conductividad del cobre  
a 70° es  $\rho = 1/48 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ .

$$E = \frac{P}{V} \times \rho \times \frac{L}{S}$$

$L$  = Longitud del circuito

(4 m).

$$E = \frac{559.5 \text{ W}}{220\text{V}} \times \frac{1}{48} \times \frac{4}{11}$$

$S$  = El 5% de la tensión nominal de 220V es igual a 11V.

$$E = 0.022 \text{ V}$$

Entonces 0.022 V es menor que 11 V, el valor obtenido viene siendo la sección de acuerdo al 5% por lo tanto el cable para el circuito de fuerza cumple con de la caída de tensión, por consiguiente, se selecciona una sección normalizada superior a la calculada.





# DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA EL MOTOR TRIFÁSICO

Para los circuitos de control, el calibre que se utilizó es superior al calibre número 12 AWG. Lo cual se efectuó el cálculo de la siguiente manera, tomando en cuenta los datos de potencia y el voltaje del motor eléctrico.

$$P = I \times V$$

$$I = \frac{P}{V}$$

Reemplazando la fórmula de la intensidad tenemos:

$$I = \frac{(0.75\text{HP})(746\text{W})}{110\text{V}}$$

$$I = 5.08 \text{ A}$$



# DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA EL MOTOR TRIFÁSICO

Se seleccionó un conductor de calibre número 16 AWG donde su corriente admisible es de 8 A, cuya intensidad es superior de 5.08 A, entonces se va a emplear cables de cobre tipo TFF únicamente para los circuitos de control.

TIPO	CALIBRE	CONDUCTOR				AISLAMIENTO			PESO TOTAL APROX	CAPACIDAD CORRIENTE
		# H	DIÁMETRO		PESO APROX	ESP PROM	DIAM APROX	PESO APROX		
	HILO		APROX	Kg/Km					mm	mm
	AWG	#	mm	mm	Kg/Km	mm	mm	Kg/Km	Kg/Km	Amp
TFF	22	7	0,25	0,80	3,20	0,76	2,32	5,21	8,42	3
TFF	20	10	0,25	1,02	4,57	0,76	2,54	5,95	10,52	4
TFF	18	16	0,25	1,20	7,32	0,76	2,72	6,55	13,87	6
TFF	16	16	0,32	1,50	11,61	0,76	3,02	7,55	19,17	8
GPT	14	26	0,32	2,00	18,87	0,76	3,52	9,23	28,09	20
GPT	12	41	0,32	2,50	29,75	1,14	4,78	18,25	48,00	25
GPT	10	65	0,32	3,20	47,17	1,14	5,48	21,76	68,93	30



## CÁLCULO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

### ❖ Cálculo de corriente de protección

$$I_p = C \times I_n$$

$$I_p = 2.2 \times 2.65 \text{ A}$$

$$I_p = 5.83 \text{ A}$$

Al obtener el valor de la corriente de protección que es de 5.83 A, se va a utilizar un breaker trifásico de 3 polos de 10 (A) para el banco de pruebas.



# DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA EL MOTOR TRIFÁSICO

## ❖ Corriente de protección con fusibles

$$I_f = K \times I_n$$

$$I_f = 2 \times 2.65 \text{ A}$$

$$I_f = 5.3 \text{ A}$$

La corriente de protección con fusibles calculada es de 5.3 A. Siendo así se van a utilizar 3 fusibles de 6 (A) en el banco de pruebas con su respectivo porta fusible unipolar que soporta hasta 32A.



# DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA EL MOTOR TRIFÁSICO

POTENCIA		CORRIENTE MONOFASICA									CORRIENTE TRIFASICA								
		115V			208V			230V			208V			230V			460V		
H.P.	KW	CONSUMO	FUSIBLES	BREAKER	CONSUMO	FUSIBLES	BREAKER	CONSUMO	FUSIBLES	BREAKER	CONSUMO	FUSIBLES	BREAKER	CONSUMO	FUSIBLES	BREAKER	CONSUMO	FUSIBLES	BREAKER
1/8	0.12	4.4	8	16	2.4	4	6	2.2	4	6									
1/4	0.19	5.8	10	16	3.2	6	8	2.9	6	10									
1/3	0.25	7.2	16	20	4	8	10	3.8	8	10									
1/2	0.37	9.8	20	25	5.4	10	16	4.9	10	16	2.4	4	6	2.2	4	6	1.1	2	4
3/4	0.56	13.8	25	40	7.6	16	20	6.9	16	20	3.5	6	10	3.2	6	10	1.6	4	4
1	0.75	16	32	40	8.8	16	25	8	16	20	4.6	8	16	4.2	8	10	2.1	4	6
1.5	1.12	20	40	50	11	20	32	10	20	25	6.6	16	16	6	10	16	3	6	10
2	1.49	24	50	63	13.2	25	32	12	25	32	7.5	16	20	6.8	16	20	3.4	6	10



# DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA EL MOTOR TRIFÁSICO

## ❖ Protección contra sobrecarga

$$P. \text{ sobrecarga} = I \times FS$$

$$P. \text{ sobrecarga} = 2.65 \text{ A} \times 1.15$$

$$P. \text{ sobrecarga} = 3.04 \text{ A}$$

La protección contra sobrecarga es de 3.04 A, por lo tanto, se va a utilizar un relé térmico de 2 a 4 Amperios en el banco de pruebas.





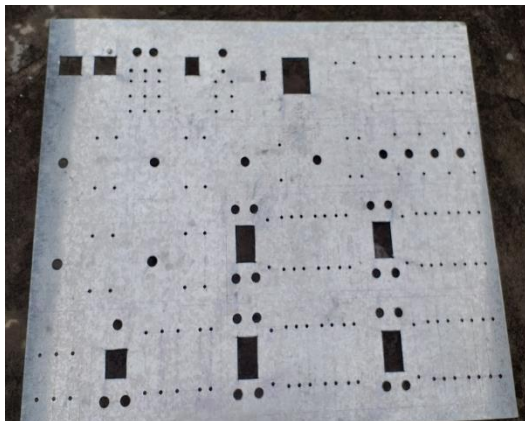
# SELECCIÓN DE APARATOS DE MANIOBRA, CONTROL Y SEÑALIZACIÓN

Los dispositivos fueron seleccionados de acuerdo a la tensión que se aplicará, de 120V.

- ✓ Pulsadores de marcha y paro
- ✓ Luces piloto
- ✓ Indicadores de voltaje y corriente
- ✓ Logo 230RCE
- ✓ Pulsador paro de emergencia
- ✓ Selector de 2 posiciones
- ✓ Interruptor
- ✓ Contactores



# CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL INDUSTRIAL



**ESPE**  
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL INDUSTRIAL



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES

- ❑ Se seleccionó y se identificó los componentes eléctricos y electrónicos adecuados para la implementación de acuerdo a cada una de sus características permitiendo la ejecución de trabajos prácticos en un 100%.
- ❑ Se instalaron los dispositivos eléctricos y electrónicos en el banco de pruebas de control industrial funcionamiento de manera óptima para el arranque de motores trifásicos.



# CONCLUSIONES

- ❑ Se elaboró un manual de mantenimiento y operación donde contiene esquemas de control, conceptos eléctricos, secuencias de armado de circuitos y normas de seguridad que facilitan la interacción del estudiante con el banco de pruebas.
- ❑ En el manual puede encontrar las recomendaciones para el mantenimiento de cada uno de los elementos que integran el banco de pruebas para la conservación de los mismos y maximizando su rendimiento en cada una de las prácticas



# RECOMENDACIONES

Una adecuada selección de los componentes eléctricos y electrónicos identificando cada una de sus características permite una larga vida útil de los dispositivos evitando el deterioro rápido de los mismos.

Se debe instalar dispositivos eléctricos y electrónicos en el banco de pruebas de control industrial que permitan un buen funcionamiento de los mismos para el arranque de motores trifásicos garantizando fiabilidad y durabilidad.

Se recomienda revisar el manual de operaciones y mantenimiento como guía para el adecuado desarrollo de las prácticas.





# GRACIAS



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA