



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN  
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN INVERSOR TRIFÁSICO MEDIANTE  
IGBTS PARA PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA.**

**AUTOR: MEDINA GUANOTÁSIG, FÉLIX RUBÉN  
DIRECTORA: ING. CALVOPIÑA OSORIO, JENNY PAOLA**

**LATACUNGA**

**2021**





# “IMPLEMENTACIÓN DE UN INVERSOR TRIFÁSICO MEDIANTE IGBT'S PARA PRÁCTICAS DE ELETRÓNICA DE POTENCIA”.



## General

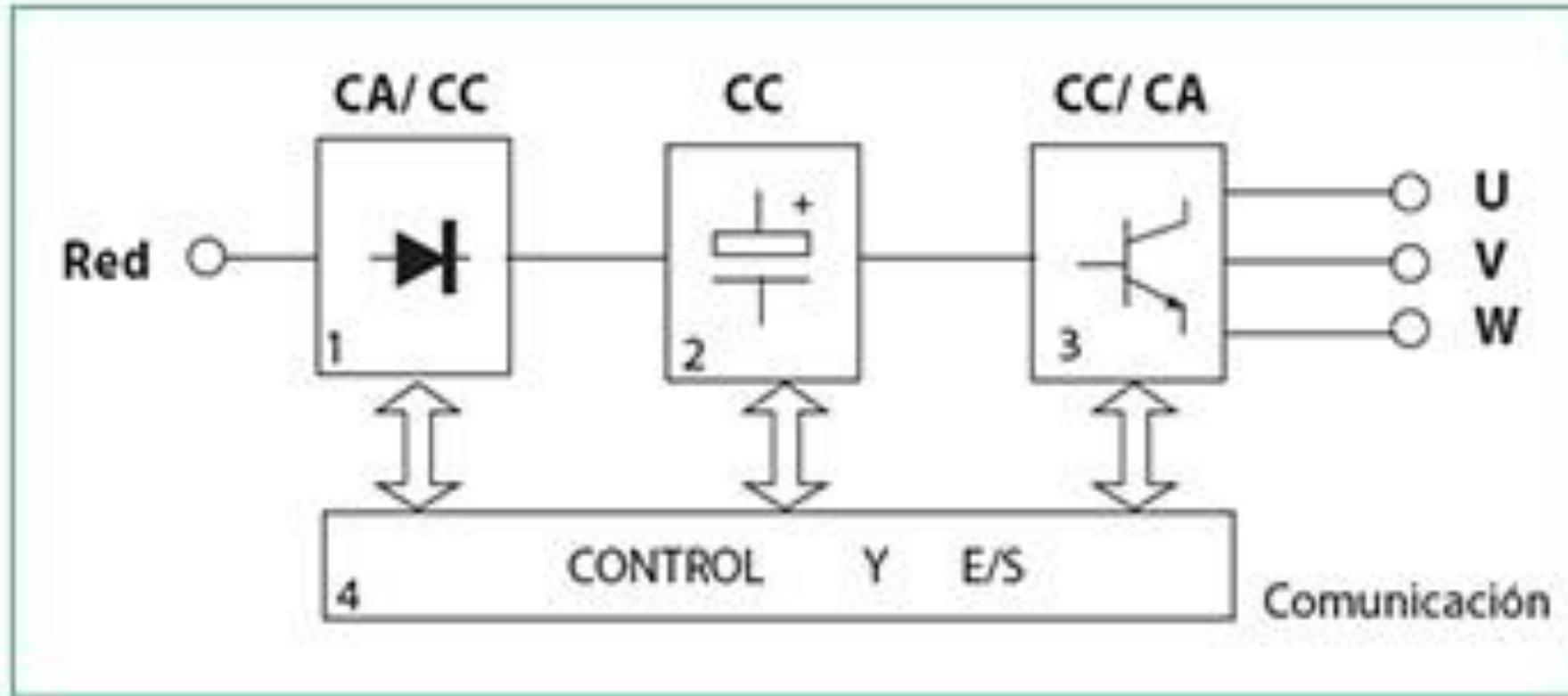
- Implementar un inversor trifásico mediante IGBTs para prácticas de electrónica de potencia

## Específicos

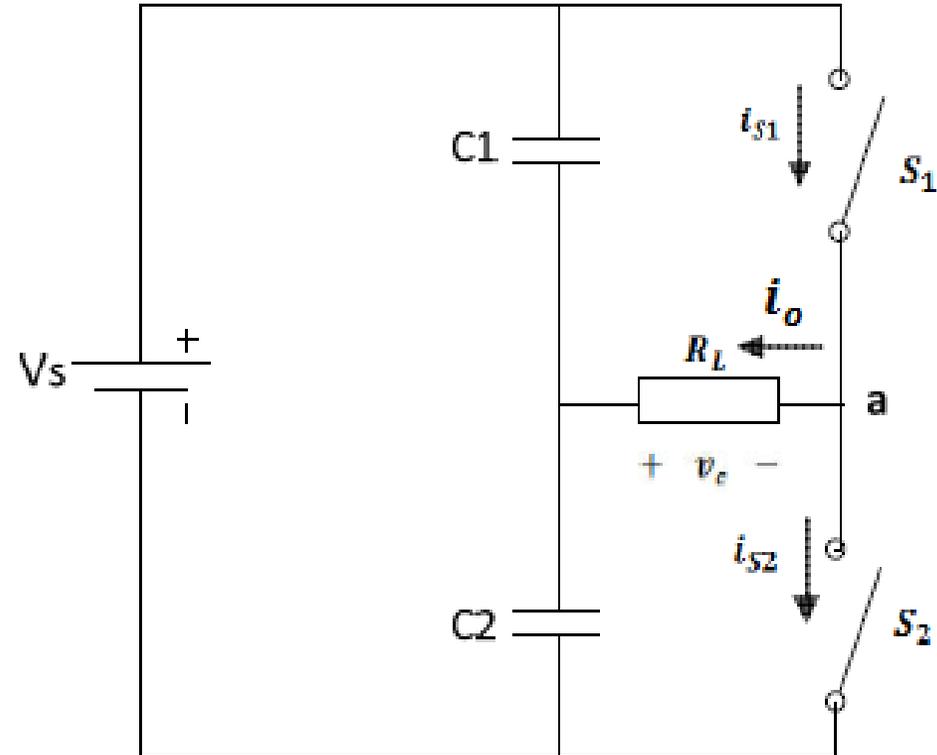
- Establecer información acerca de un inversor trifásico mediante IGBTs para obtener una corriente desfasada.
- Desarrollar la programación en el microcontrolador para determinar el tiempo y la magnitud de disparo a los IGBTs.
- Seleccionar los equipos y dispositivos que se utilizarán en la implementación de un inversor trifásico
- Realizar las pruebas del sistema implementado para garantizar el buen funcionamiento y operatividad.

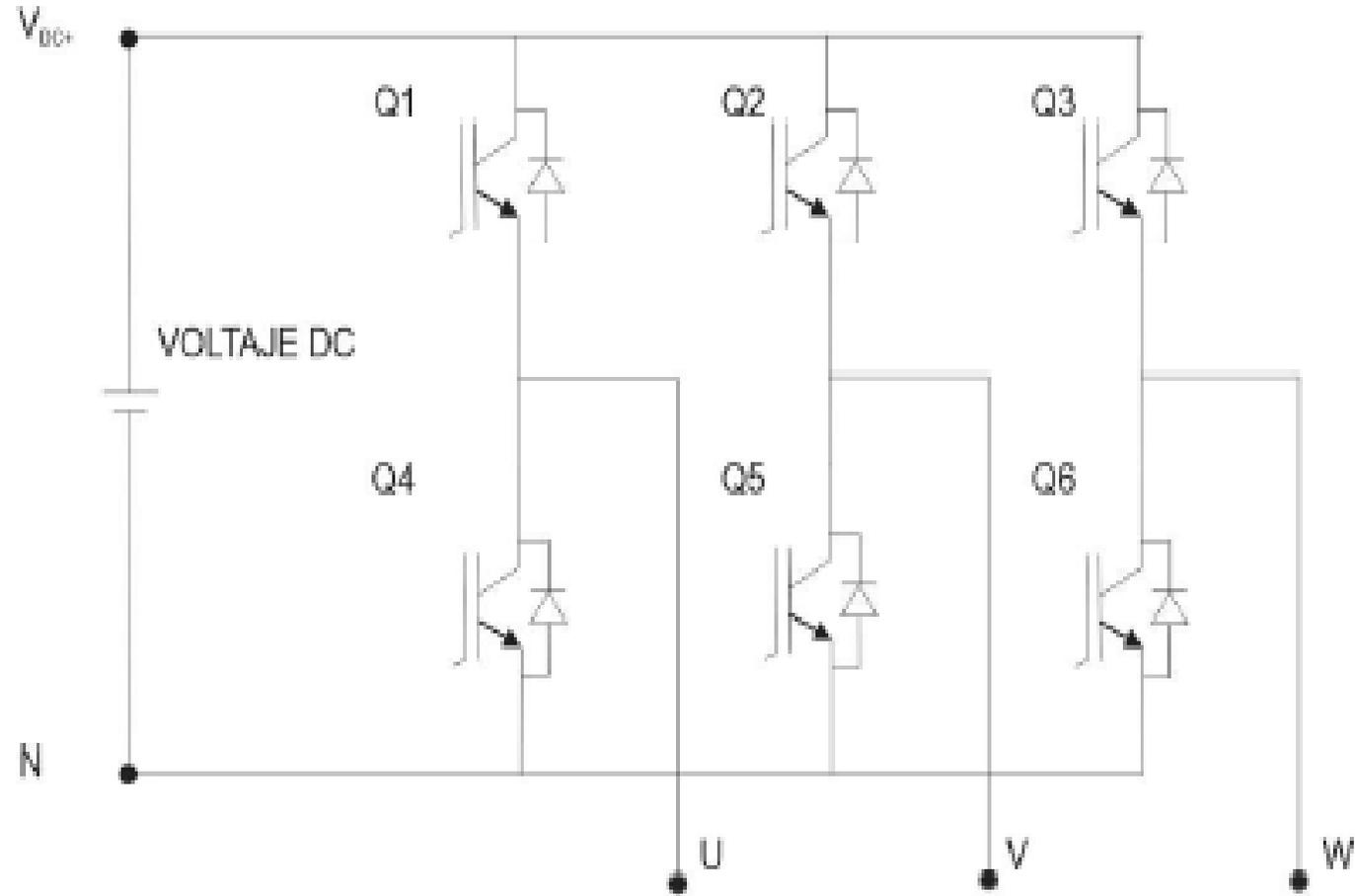


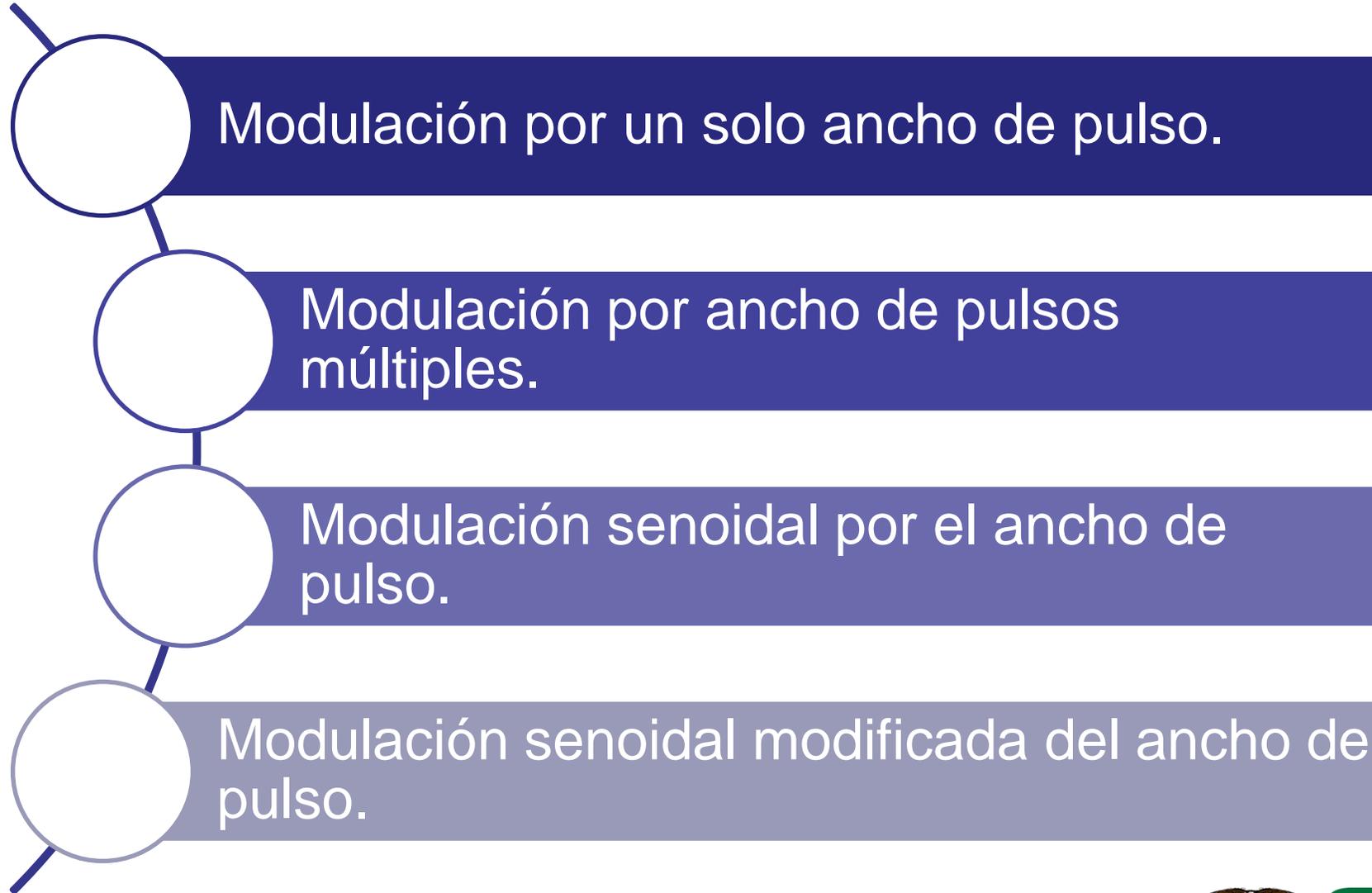
# Inversores de potencia



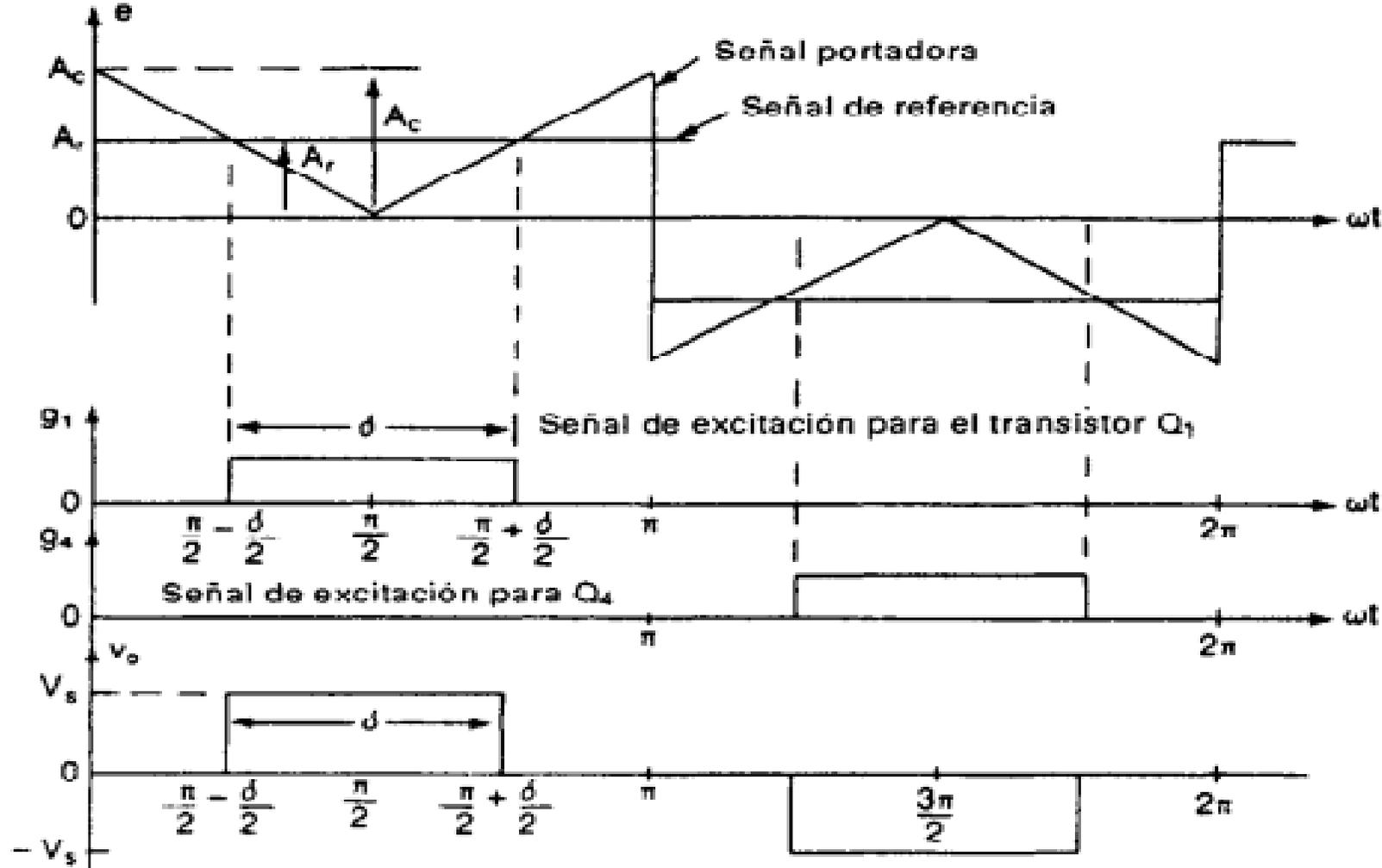
Los inversores monofásicos tiene como función cambiar un voltaje de entrada en DC a un voltaje simétrico de salida en AC, con la magnitud y frecuencias desfasas.



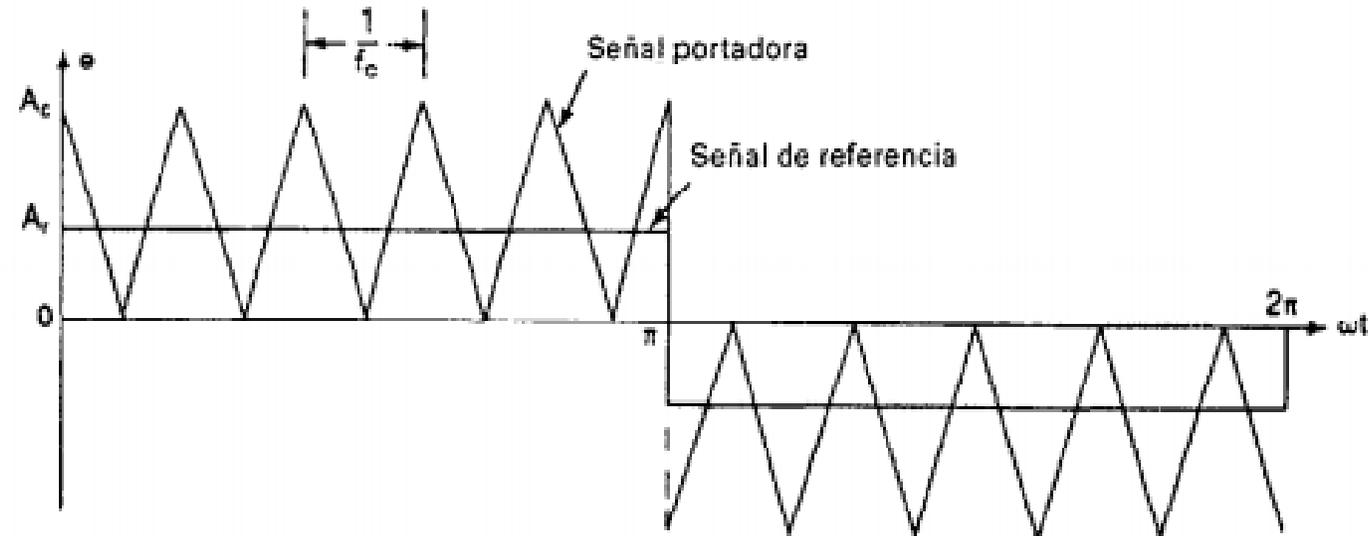




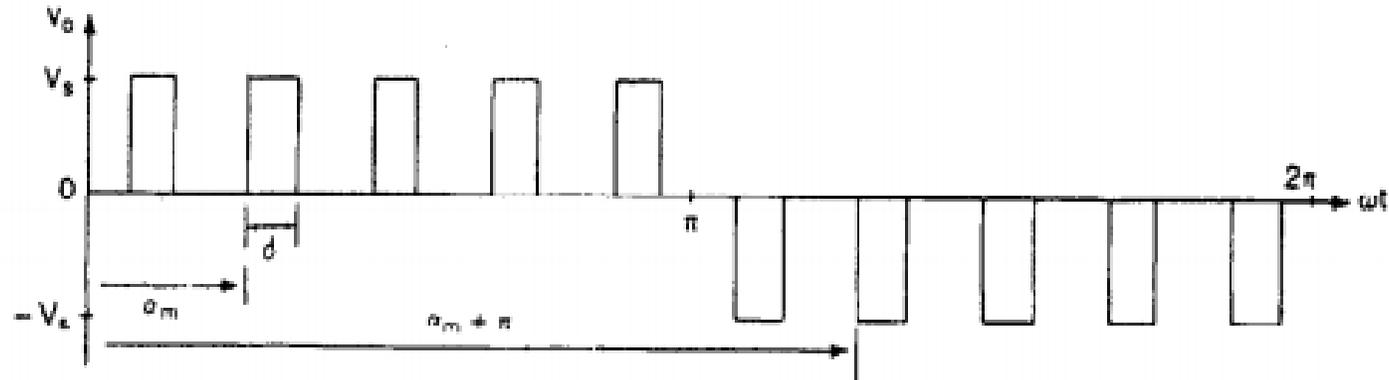
# Modulación por un solo ancho de pulso



# Modulación de ancho de pulsos múltiples (UPWM)



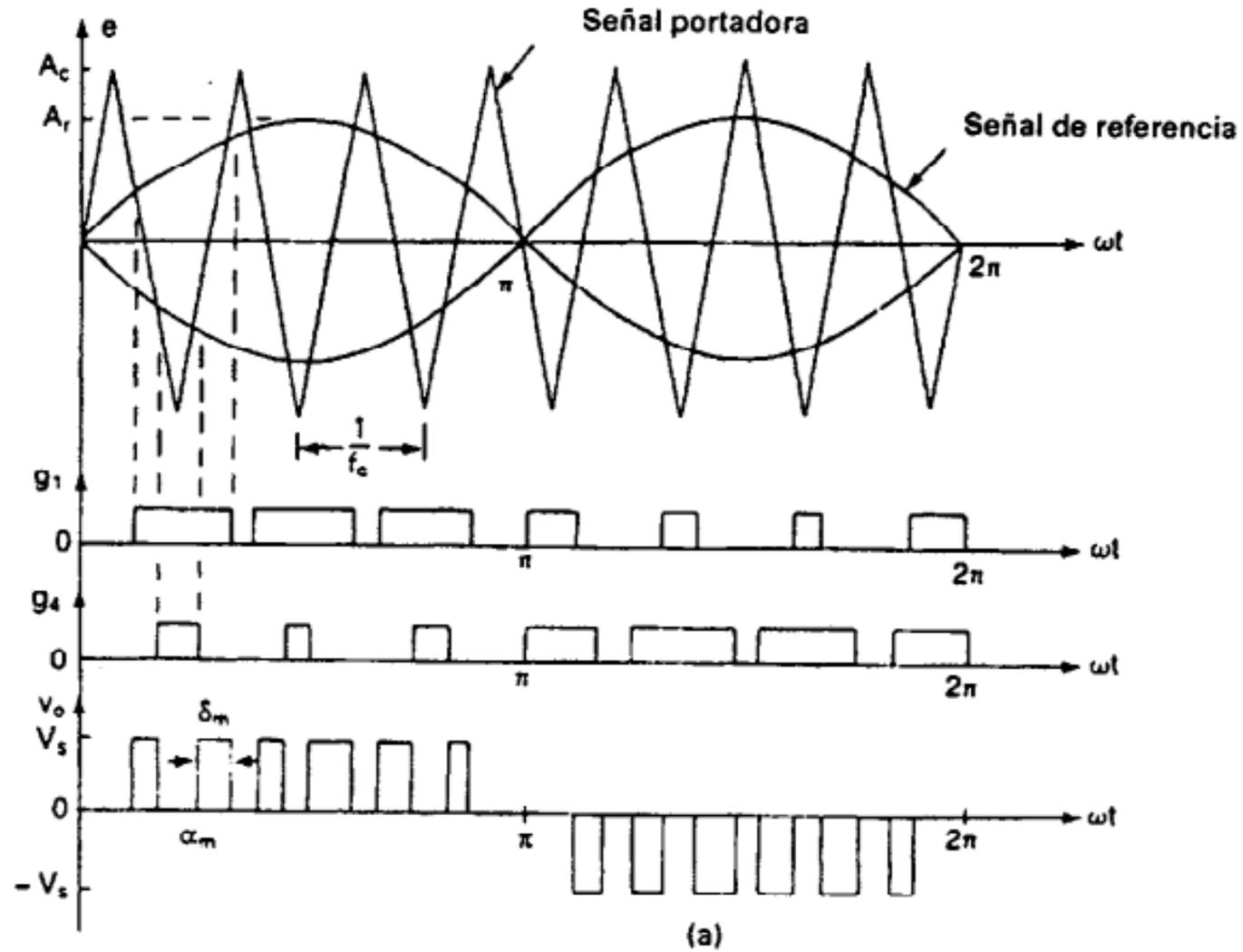
(a) Generación de la señal de excitación



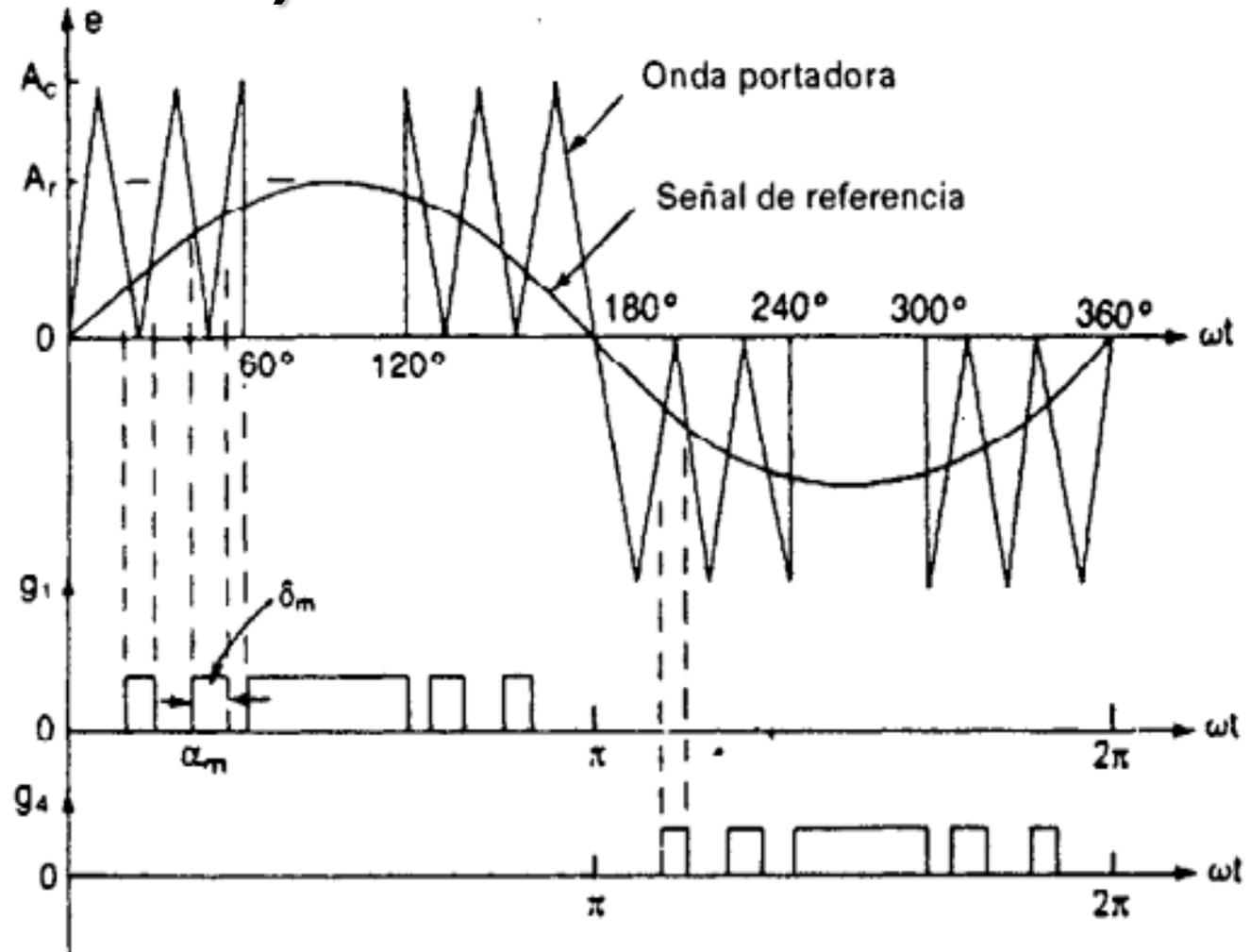
(b) Voltaje de salida

# Modulación senoidal del ancho de pulsos (SPWM)

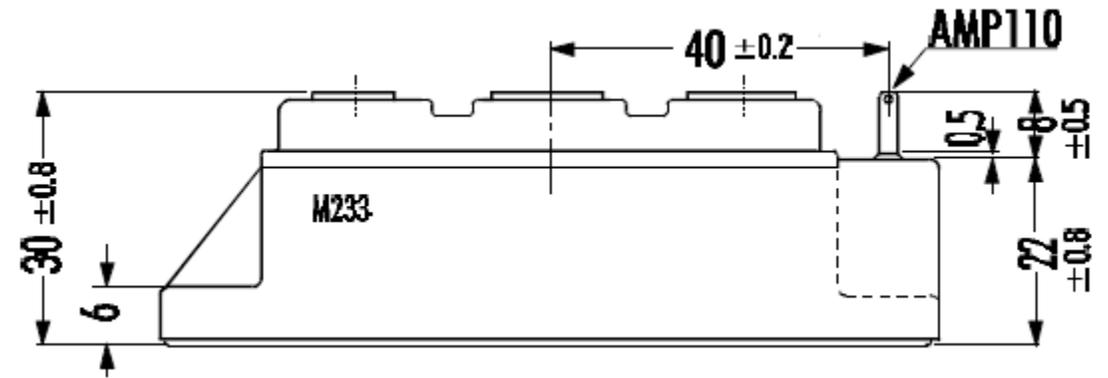
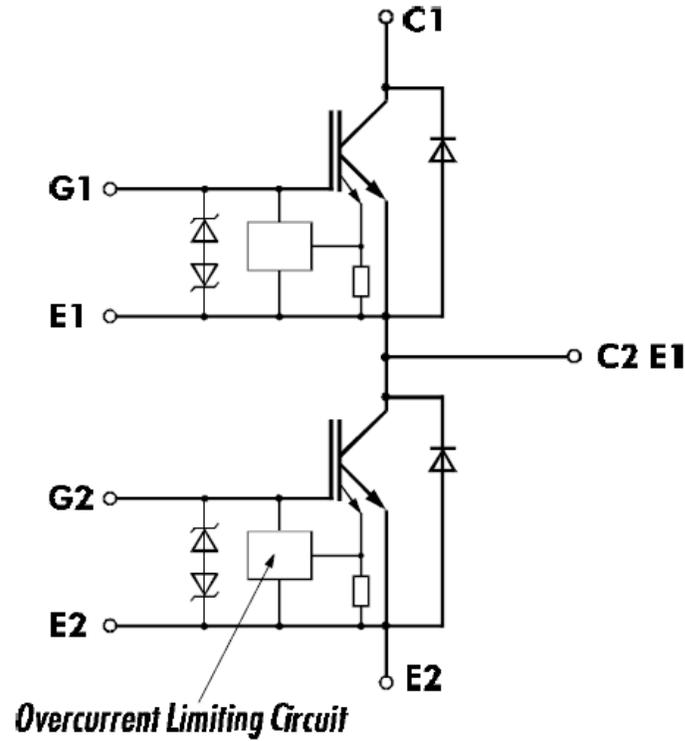
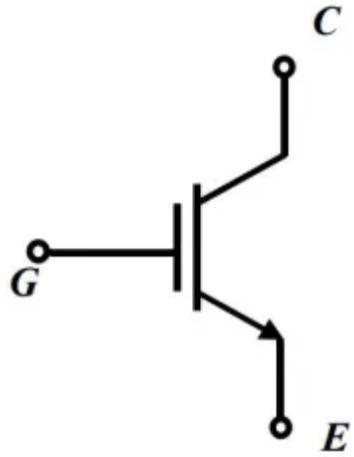
Félix R. Medina

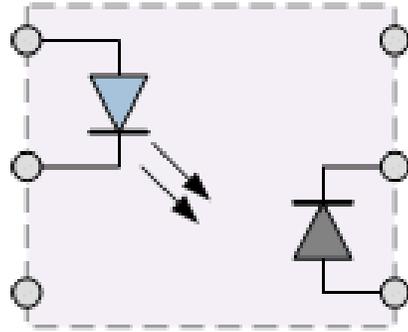


# Modulación senoidal modificada de ancho de pulsos (MSPWM)

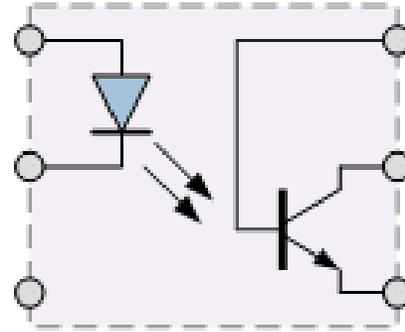


# IGBTS 2MBI 200N- 060





Fotodiodo



Fototransistor

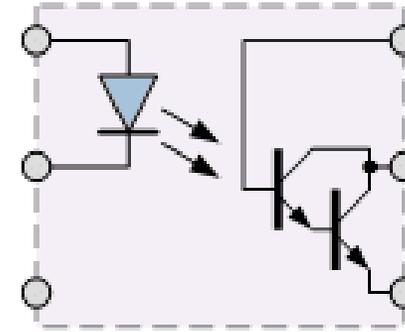
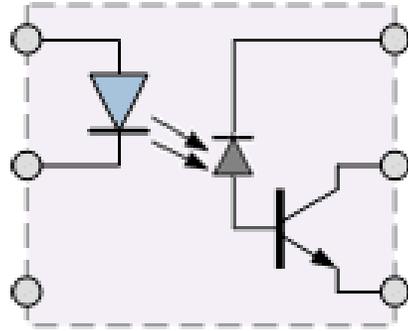
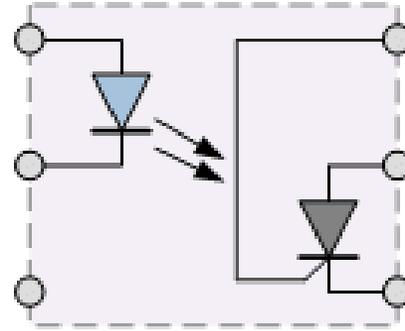


Foto-Darlington



Fotodiodo + transistor



Fototristor

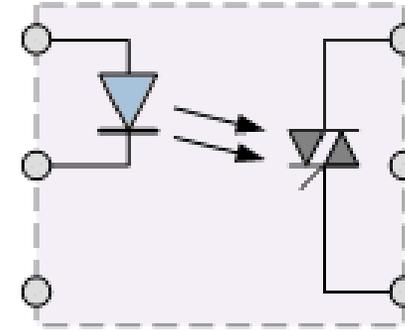
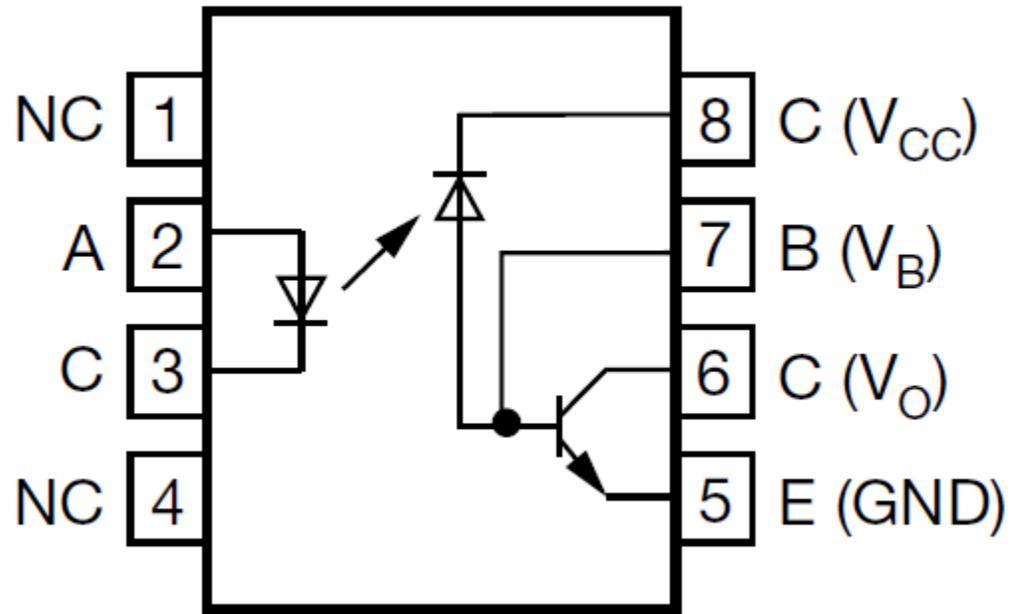


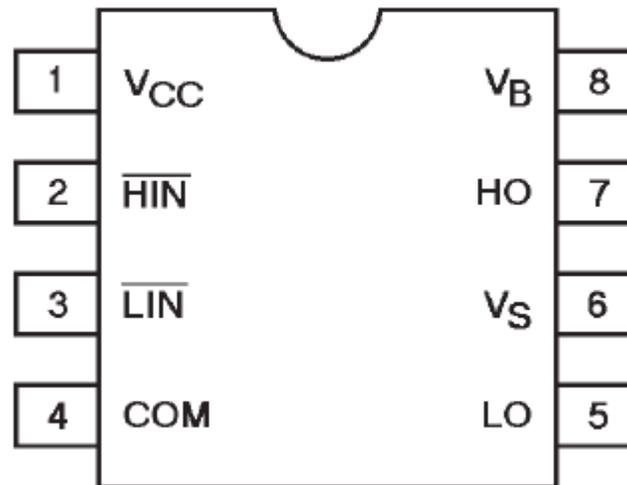
Foto-TRIAC



## Características

1. Voltajes de prueba de aislamiento: 5300 VRMS
2. Compatible con TTL
3. Velocidades de bits altas: 1 Mbit / s
4. Alta inmunidad a interferencias de modo común
5. Ancho de banda 2 MHz
6. Salida de colector abierto
7. Posibilidad de cableado de base externa

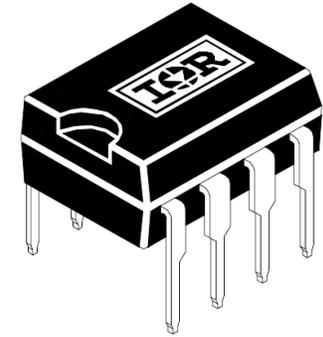
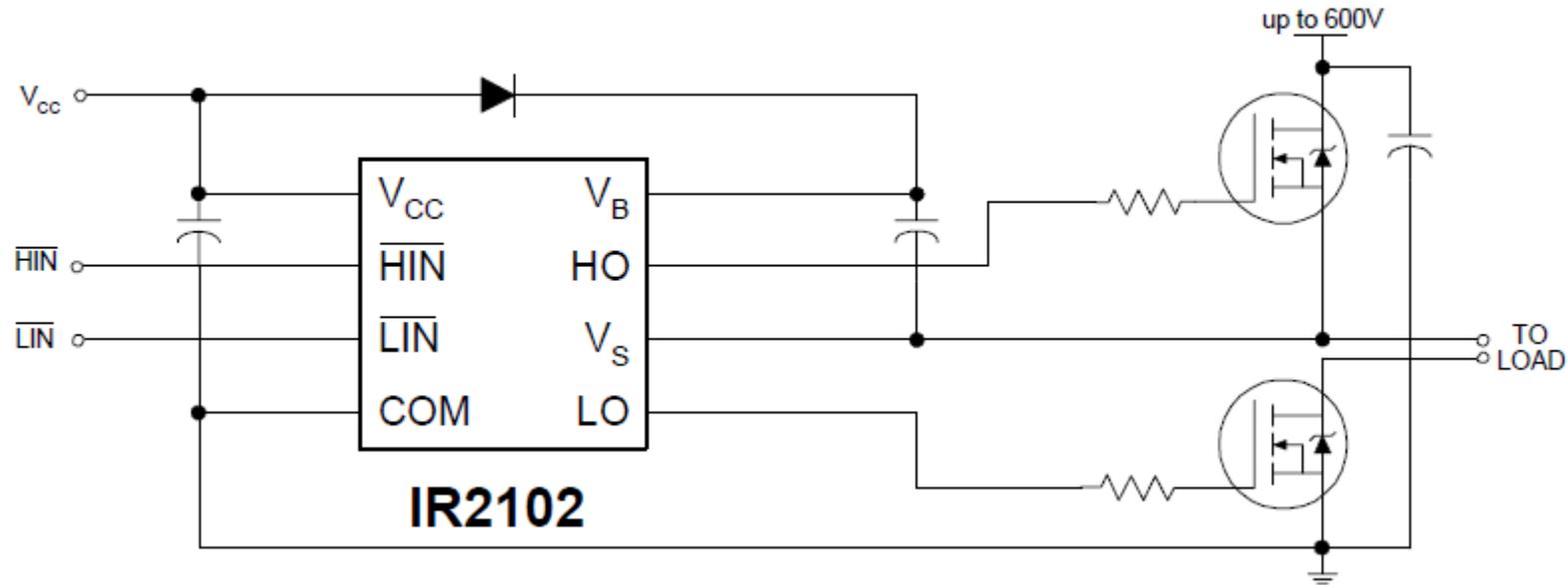
Los IR2101 (S) / IR2102 (S) son de alto voltaje, alta velocidad controladores de MOSFET e IGBT de potencia con canales de salida referenciados del lado alto y bajo. Propiedad tecnológica CMOS inmunes a HVIC y a pestillos.



## Características principales

1. Permite manejar entradas TTL
2. Opera con voltaje del puente inversor de hasta 600V
3. Genera una tierra virtual para el IGBT superior de la rama
4. Al generar tierra virtual disminuye el uso de fuente para cada IGBT superior de la rama.

# Drivers de disparo de los IGBTs



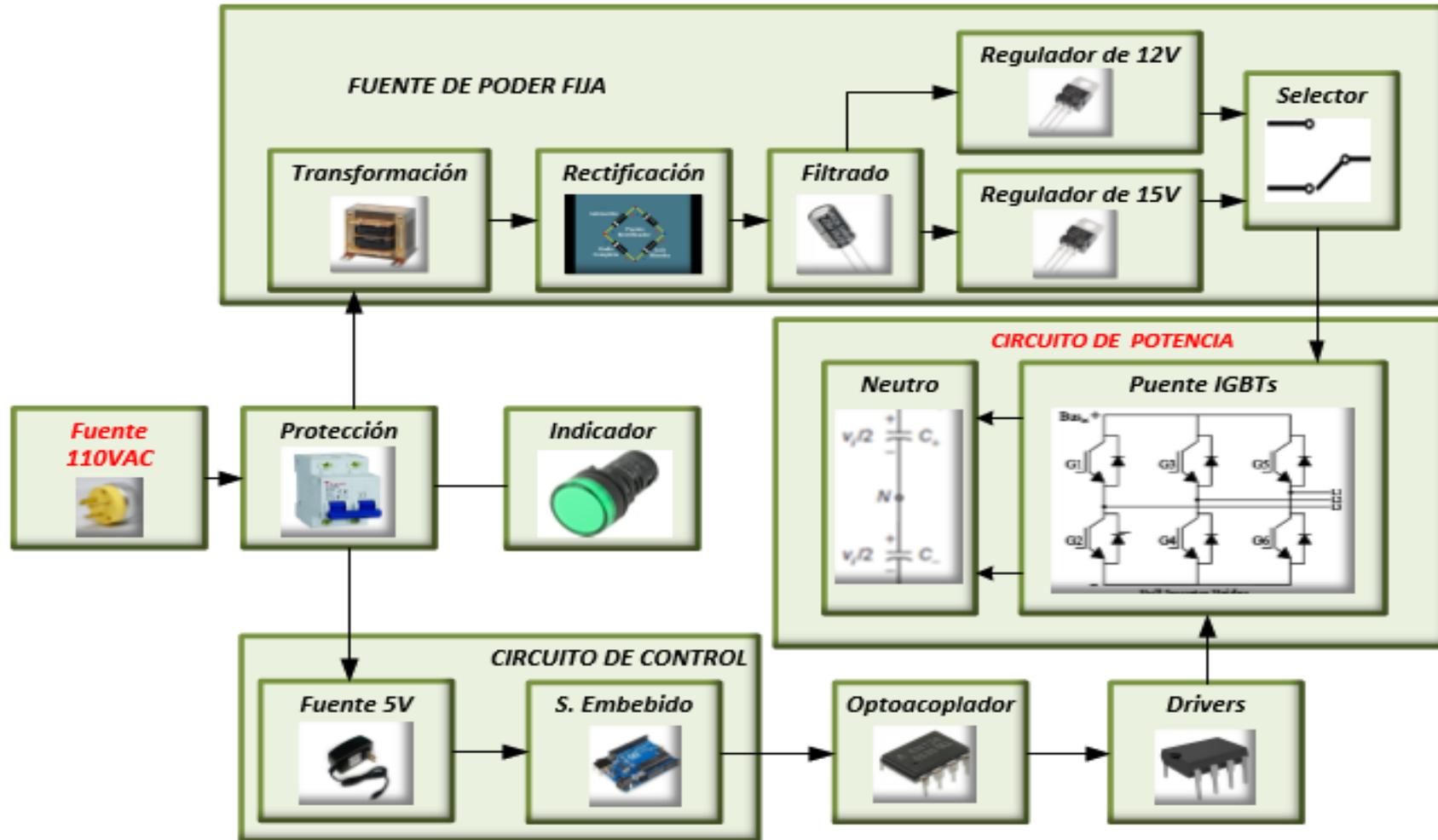
# Sistema embebido arduino

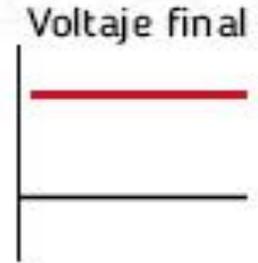
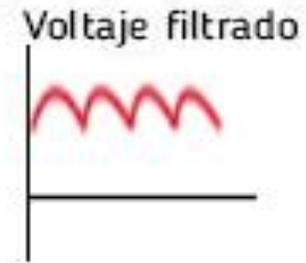
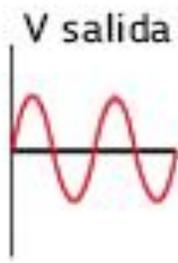
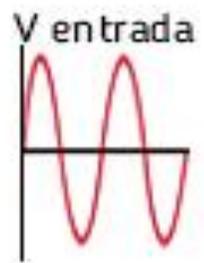
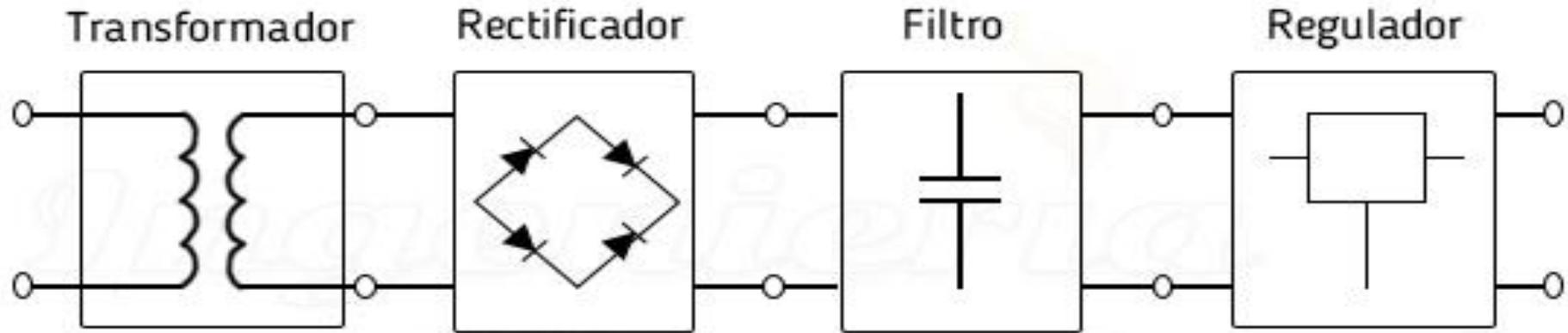


# “DESARROLLO DEL MÓDULO INVERSOR TRIFÁSICO.



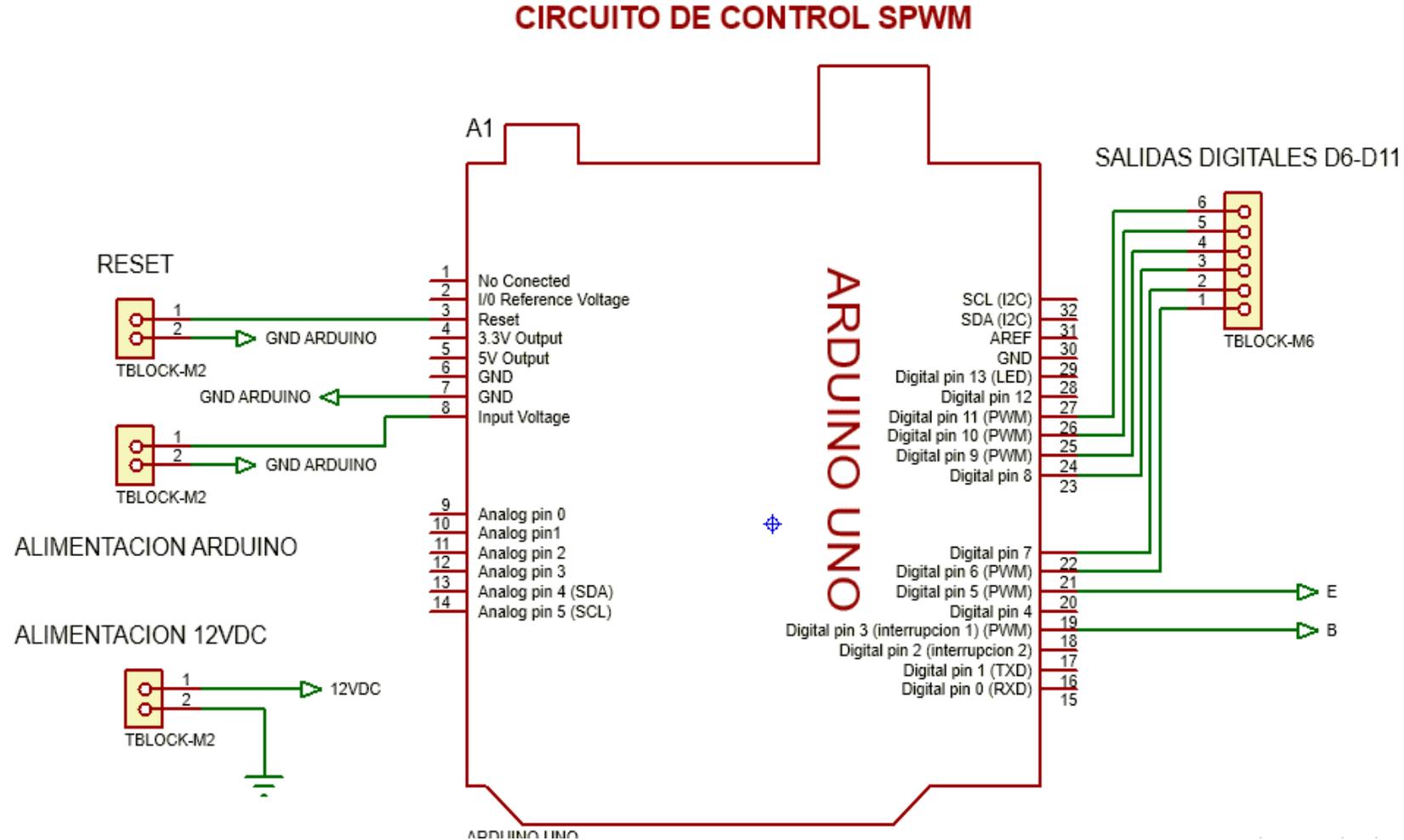
# Diagrama de bloques para el inversor trifásico





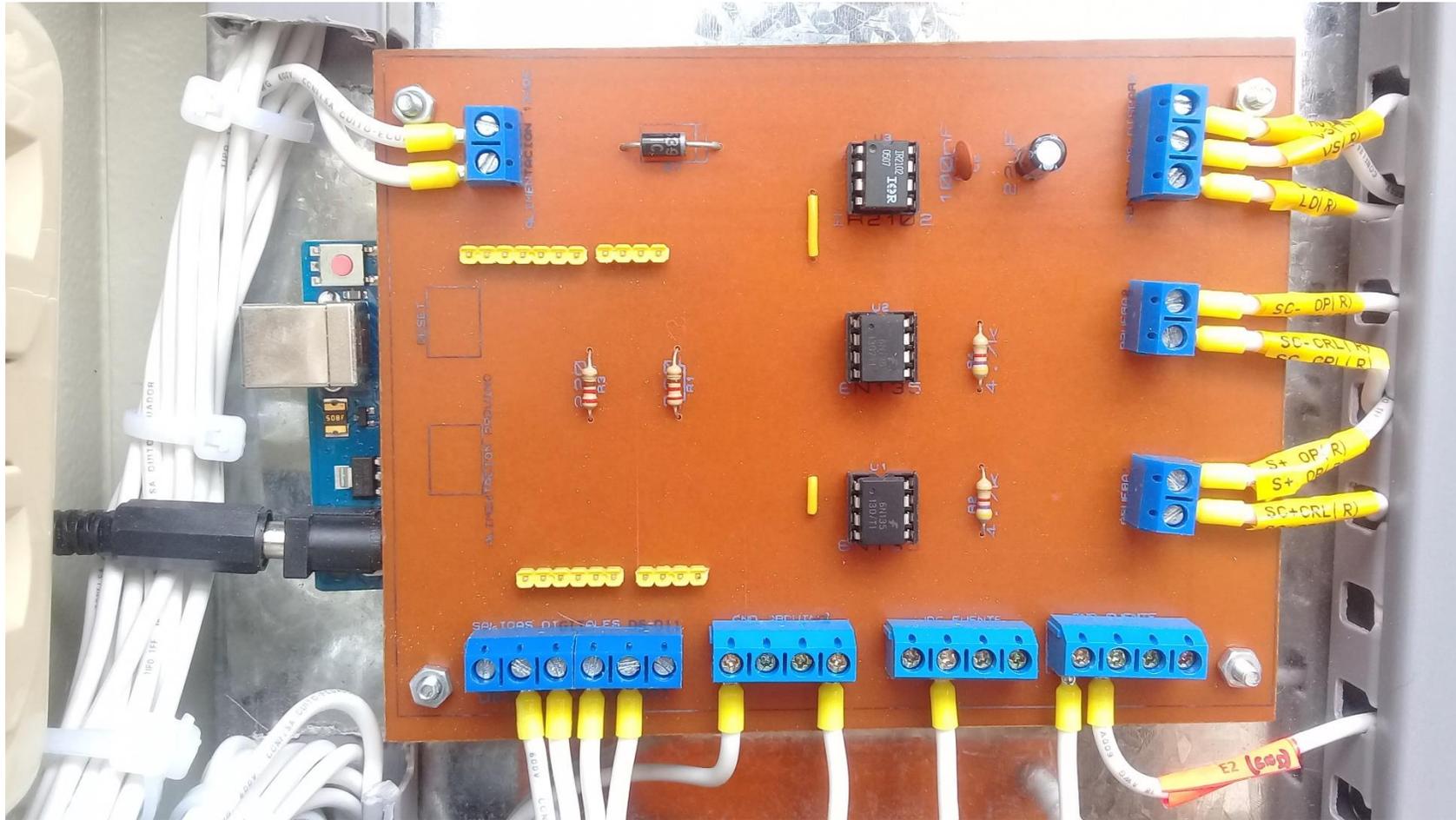


# Circuito de control y modulación



# Implementación de circuito de control línea (R)

Félix R. Medina

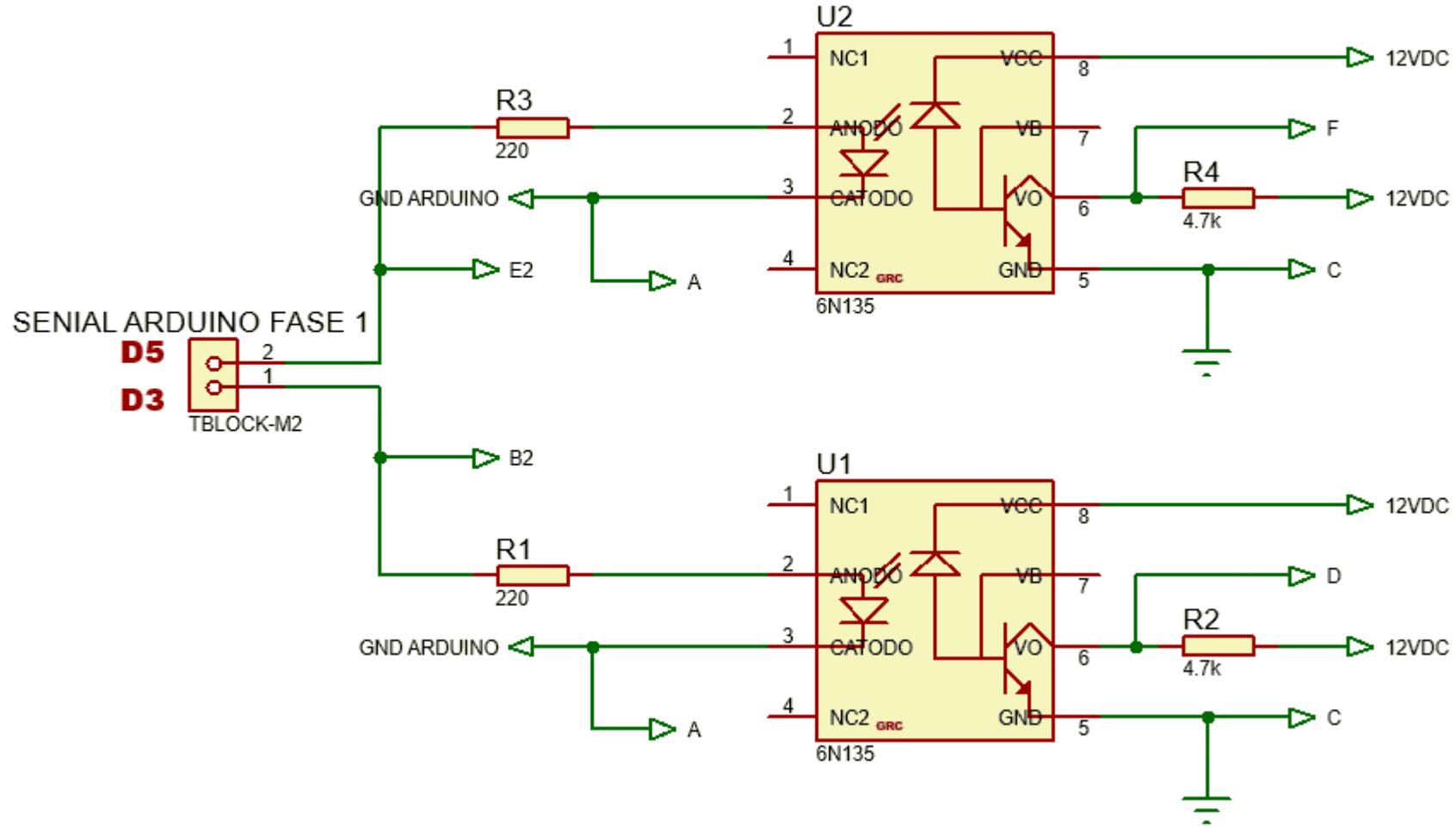


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

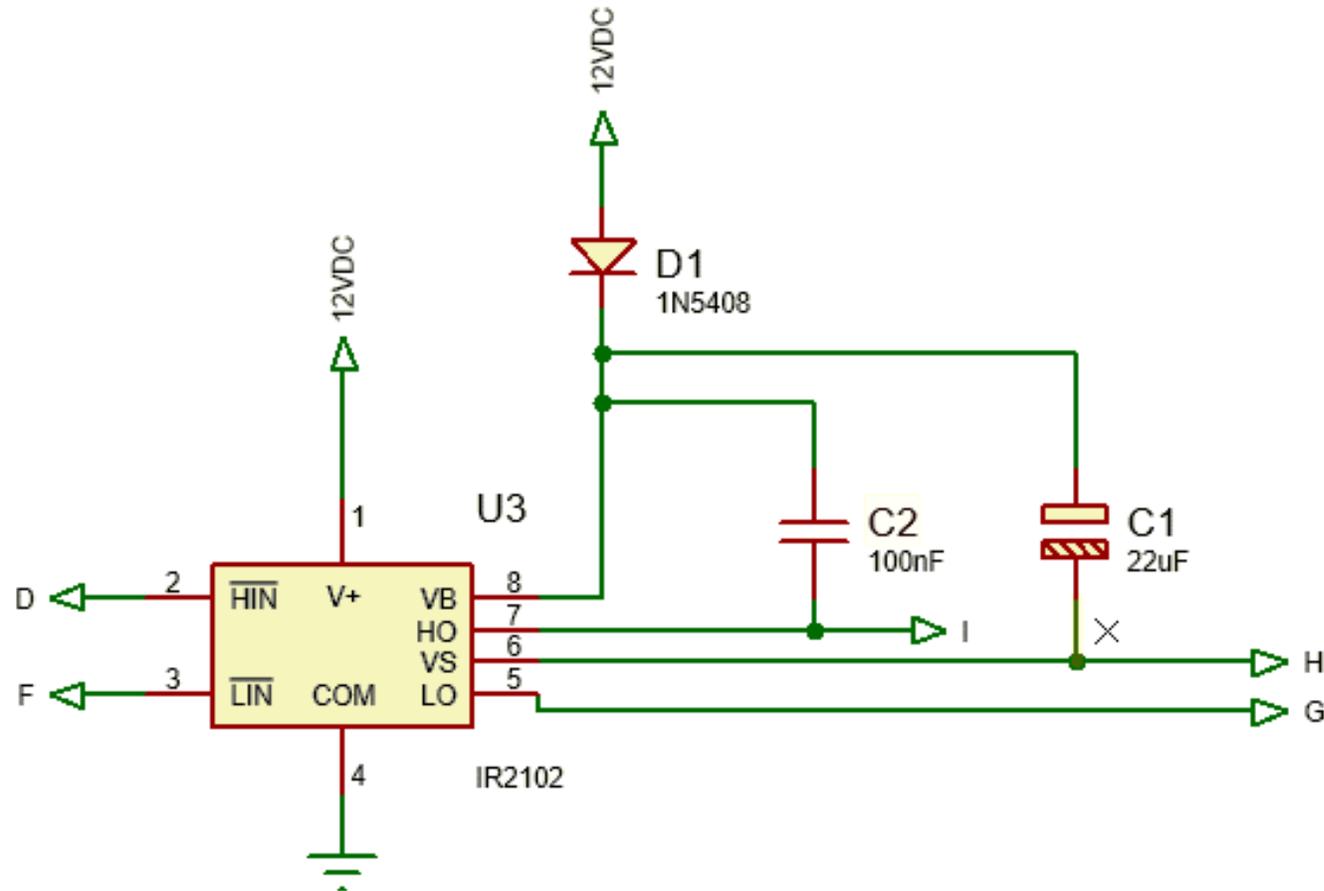
# Circuito de optoacoplación

## CIRCUITO OPTOACOPLADOR LÍNEA (R)

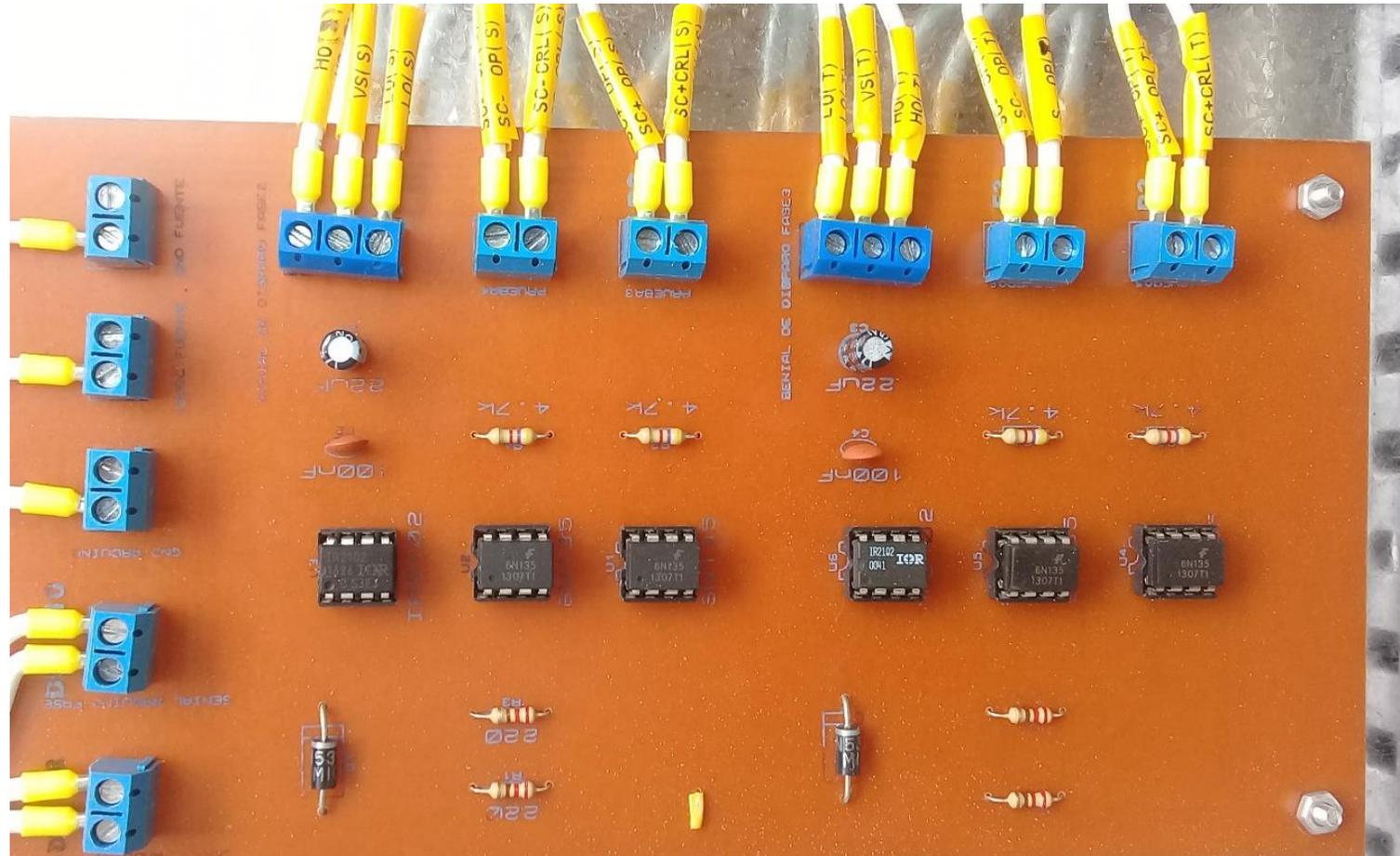
×

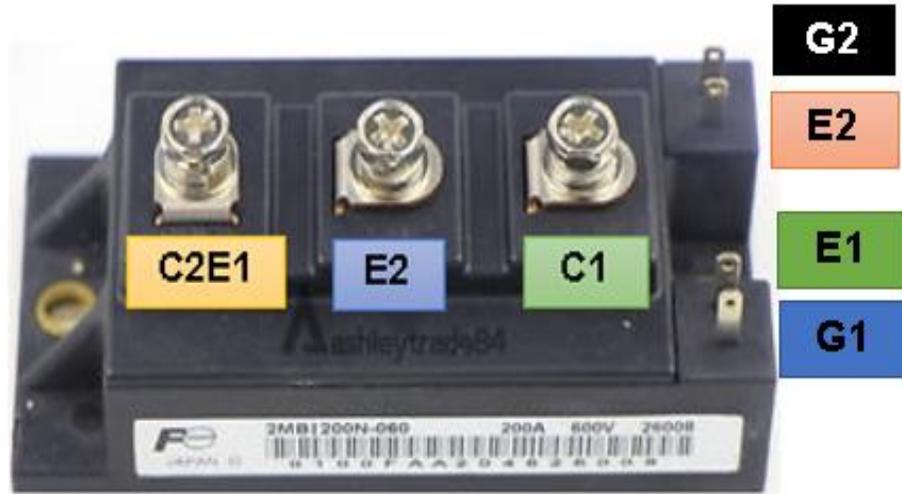


## CIRCUITO DISPARADOR LÍNEA (R)



# Implementación del circuito de optoacoplación y disparador de IGBT

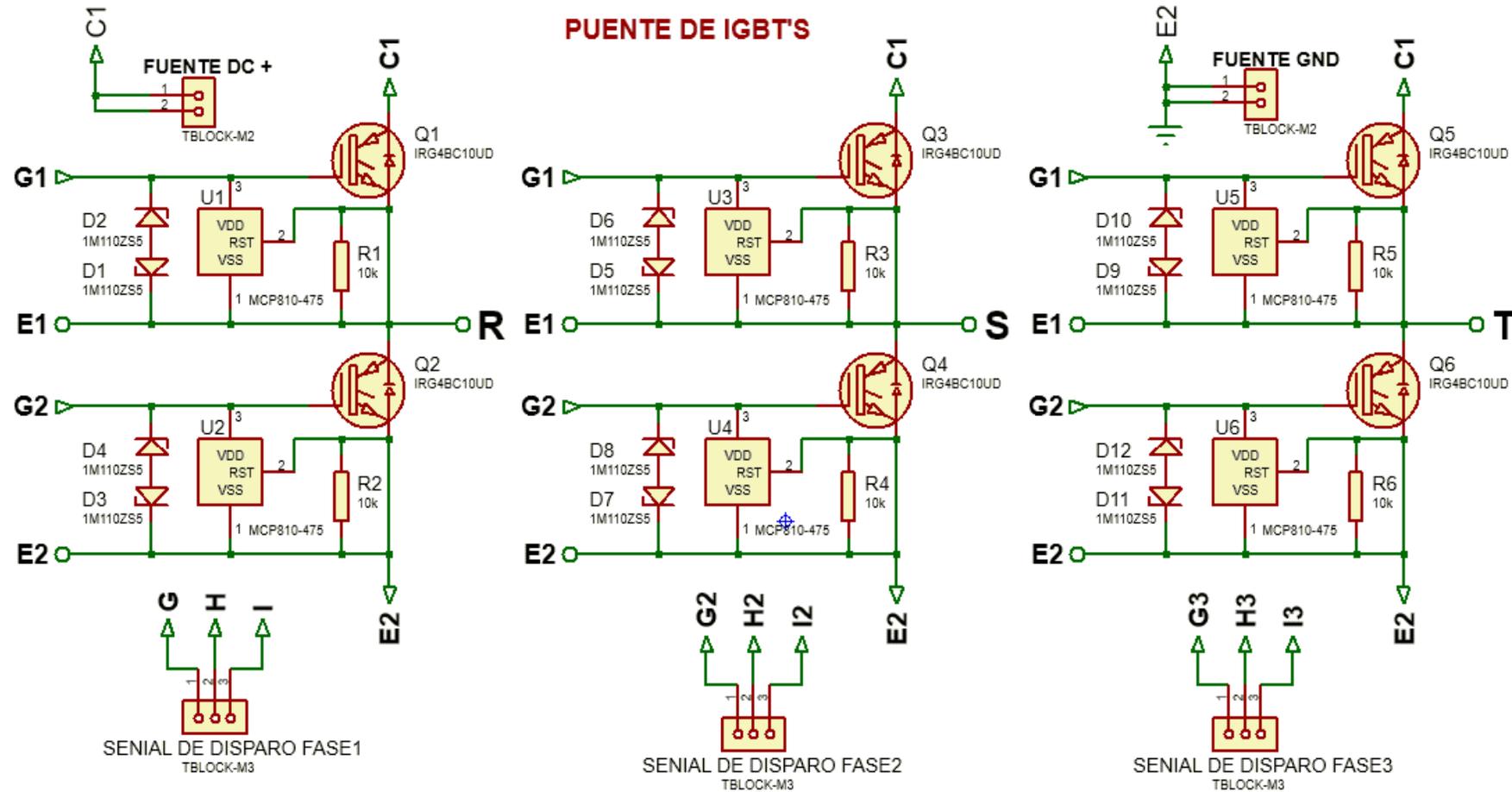




Conexión del IGBT 2MBI 200N – 060 y el driver IR2102

		IGBT 2MBI 200N – 060			Driver IR2102		
		Conexión física	Conexión en <u>proteus</u>			Conexión física	N° DE PIN
Pines del IGBT		C1	Fuente DC (+)				
		E2	Fuente DC (-)				
			FASE R	FASE S	FASE T		
		E1	H	H2	H3	VS	6
		G1	I	I2	I3	HO	7
		G2	G	G2	G3	LO	5
		E2	Fuente GND				
	C2E1	R	S	T			

# Circuito de puente de IGBTs



# Conexión de puente de IGBTs

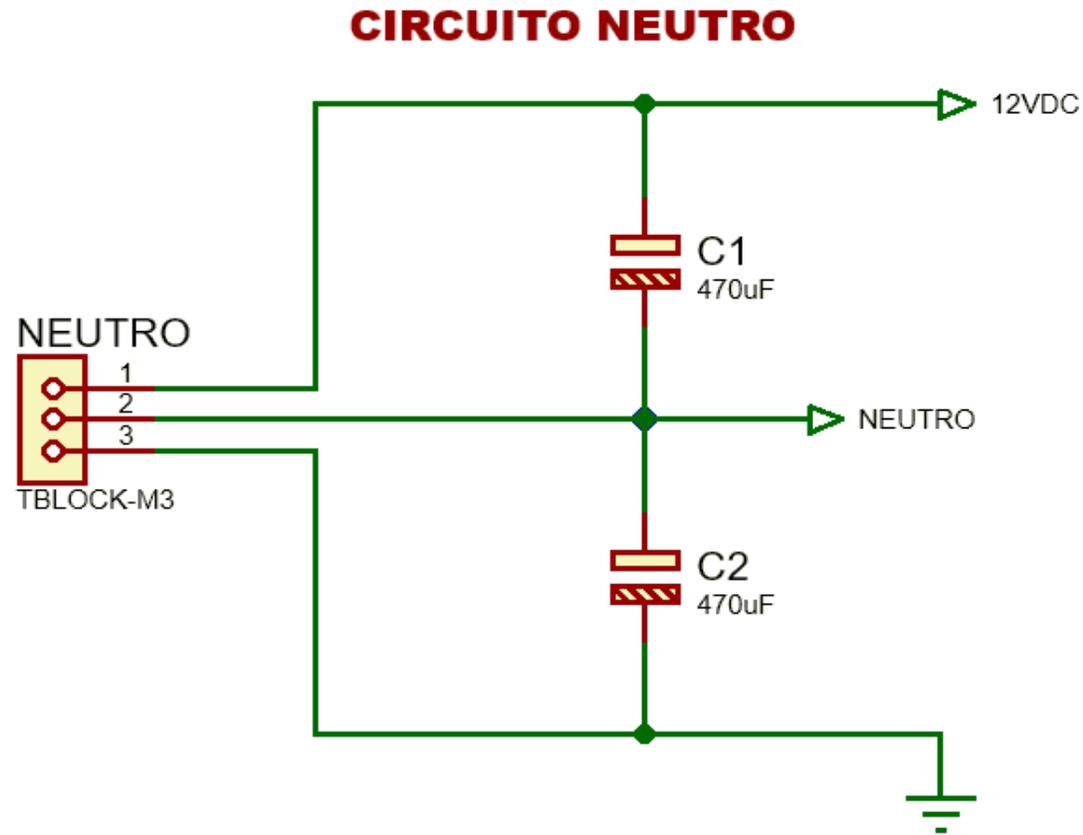
**IGBT (R)**  
**2MBI200N-060**

**IGBT (S)**  
**2MBI200N-060**

**IGBT (T)**  
**2MBI200N-060**

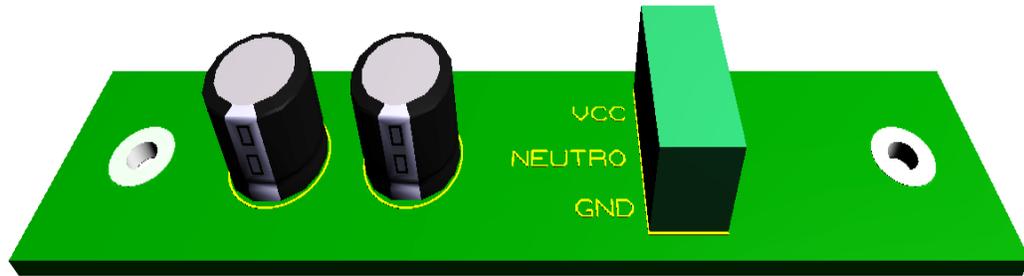


# Circuito de configuración neutra



# Implementación del circuito neutro

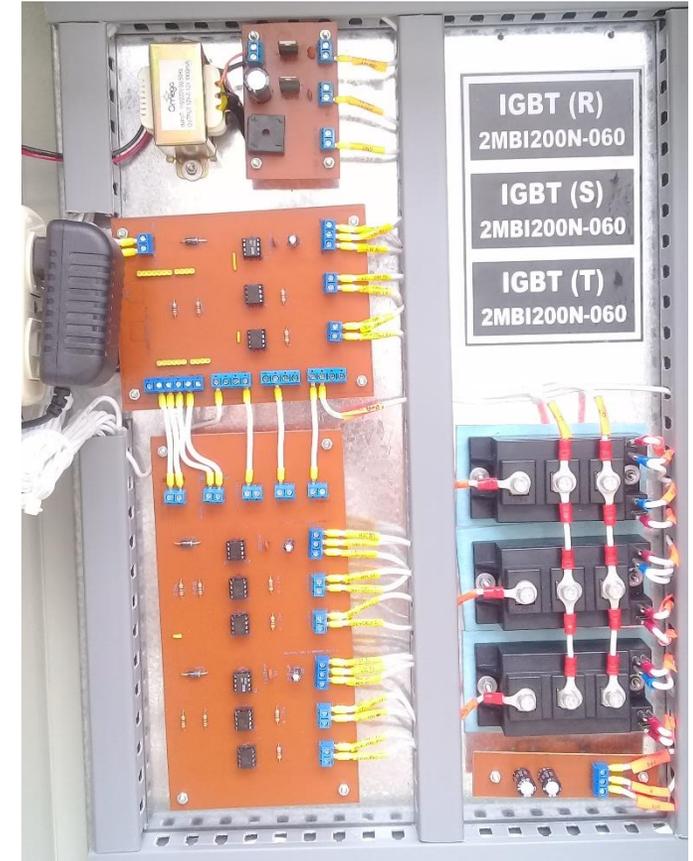
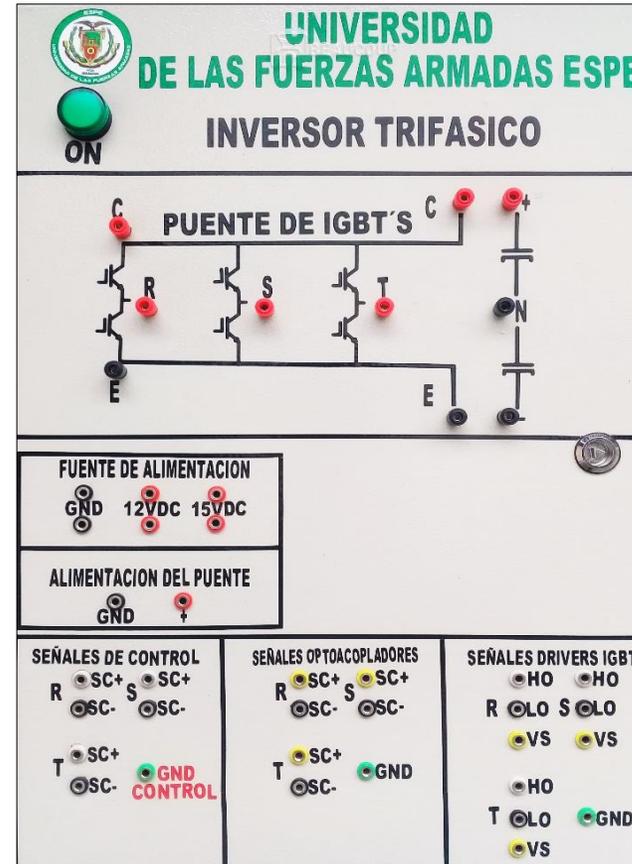
Félix R. Medina



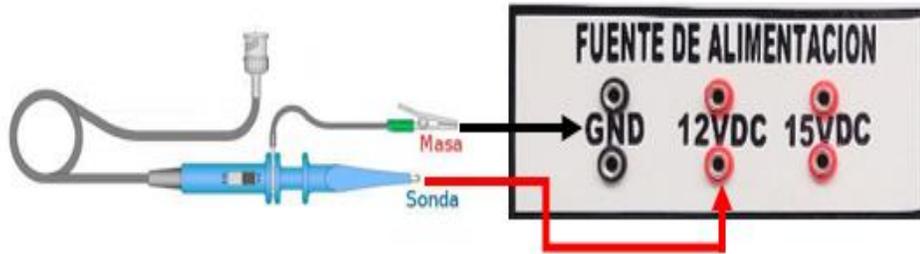
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Módulo inversor trifásico

La estructura del módulo del inversor trifásico es realizada con el concepto de un módulo portátil, en la parte frontal se encuentran los elementos que son necesarios para la el monitoreo de señales de manera que permita al operador tener acceso a lo necesario

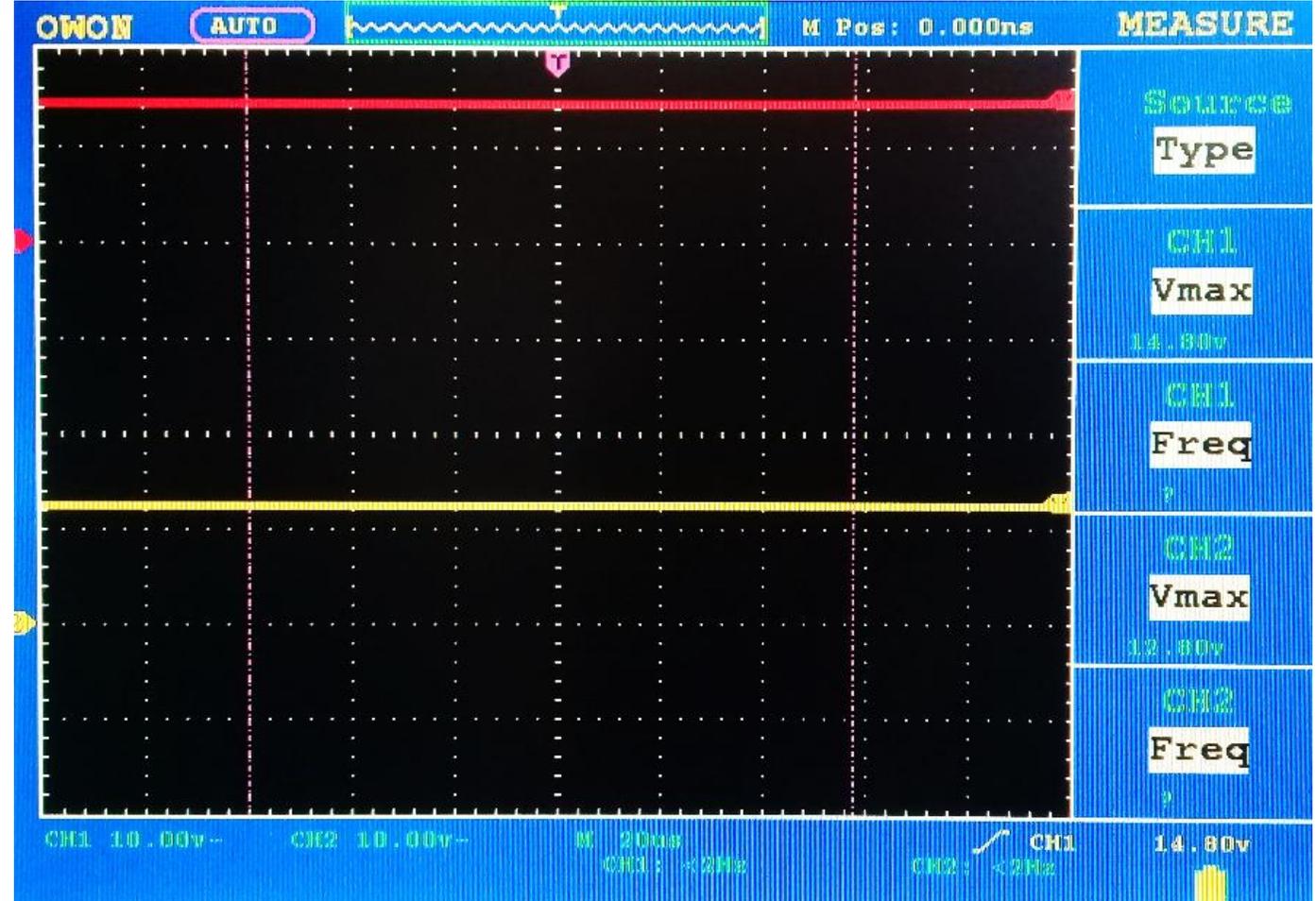


## Conexión para realizar las pruebas

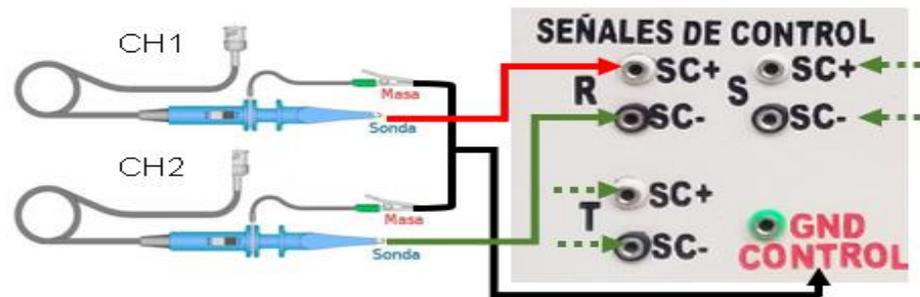


## Mediciones obtenidas

Tipo de señal	Canal del osciloscopio	Medición ideal	Medida real
Fuente de alimentación fija DC	CH1	15 V	14,80 V
	CH2	12 V	12,80 V



## Conexión para realizar las pruebas



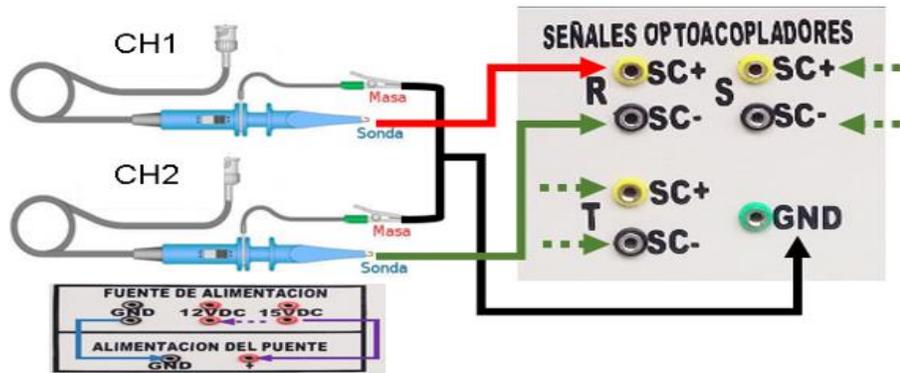
## Mediciones obtenidas

### Mediciones del circuito de control

Señal de control	Desfase ciclo positivo		Voltaje Aplicado	Desfase ciclo negativo	
	Tiempo (ms)	Frecuencia (Hz)		Tiempo (ms)	Frecuencia (Hz)
R	16,64 ms	60,10 Hz	5 V	8,32 ms	120,2 Hz
RS	5,84 ms	171,2 Hz	5 V	14,16 ms	70,62 Hz
RT	11,76 ms	85,03 Hz	5 V	3,52 ms	284,11 Hz



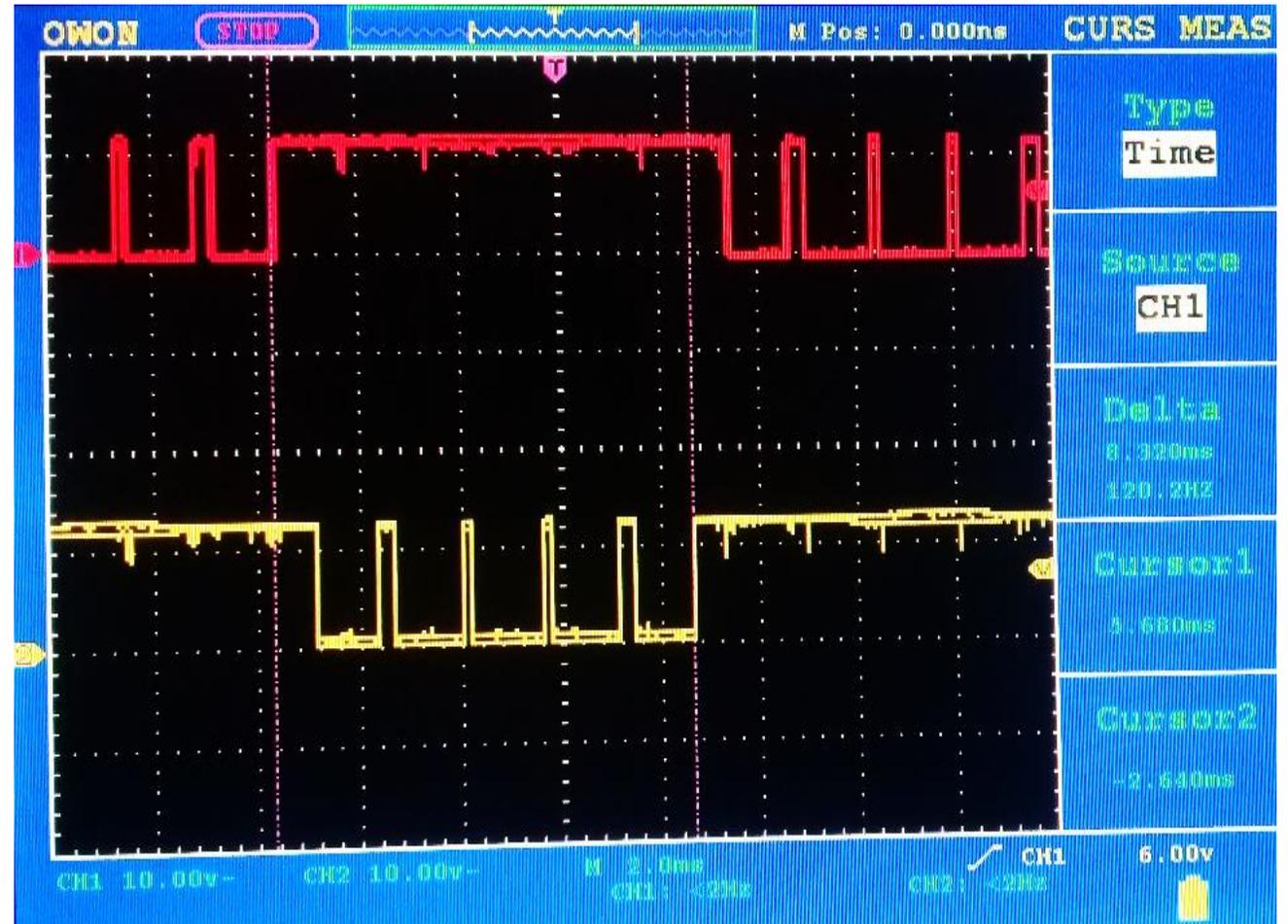
## Conexión para realizar las pruebas



## Mediciones obtenidas

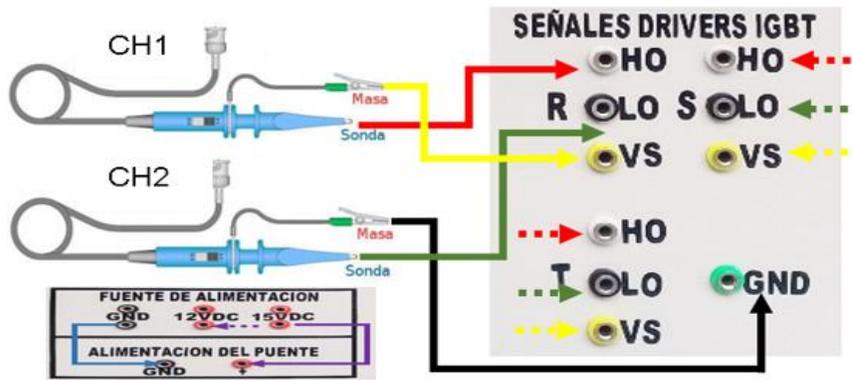
Mediciones del circuito de optoacoplación

Señal de opto acoplación	Desfase ciclo positivo		Voltaje Aplicado	Desfase ciclo negativo	
	Tiempo (ms)	Frecuencia (Hz)		Tiempo (ms)	Frecuencia (Hz)
R	16,64 ms	60,10 Hz	12 V	8,32 ms	120,2 Hz
RS	5,84 ms	171,2 Hz	12 V	14,18 ms	70,82 Hz
RT	11,76 ms	85,03 Hz	12 V	3,52 ms	284,11 Hz



# Pruebas de circuito de disparo

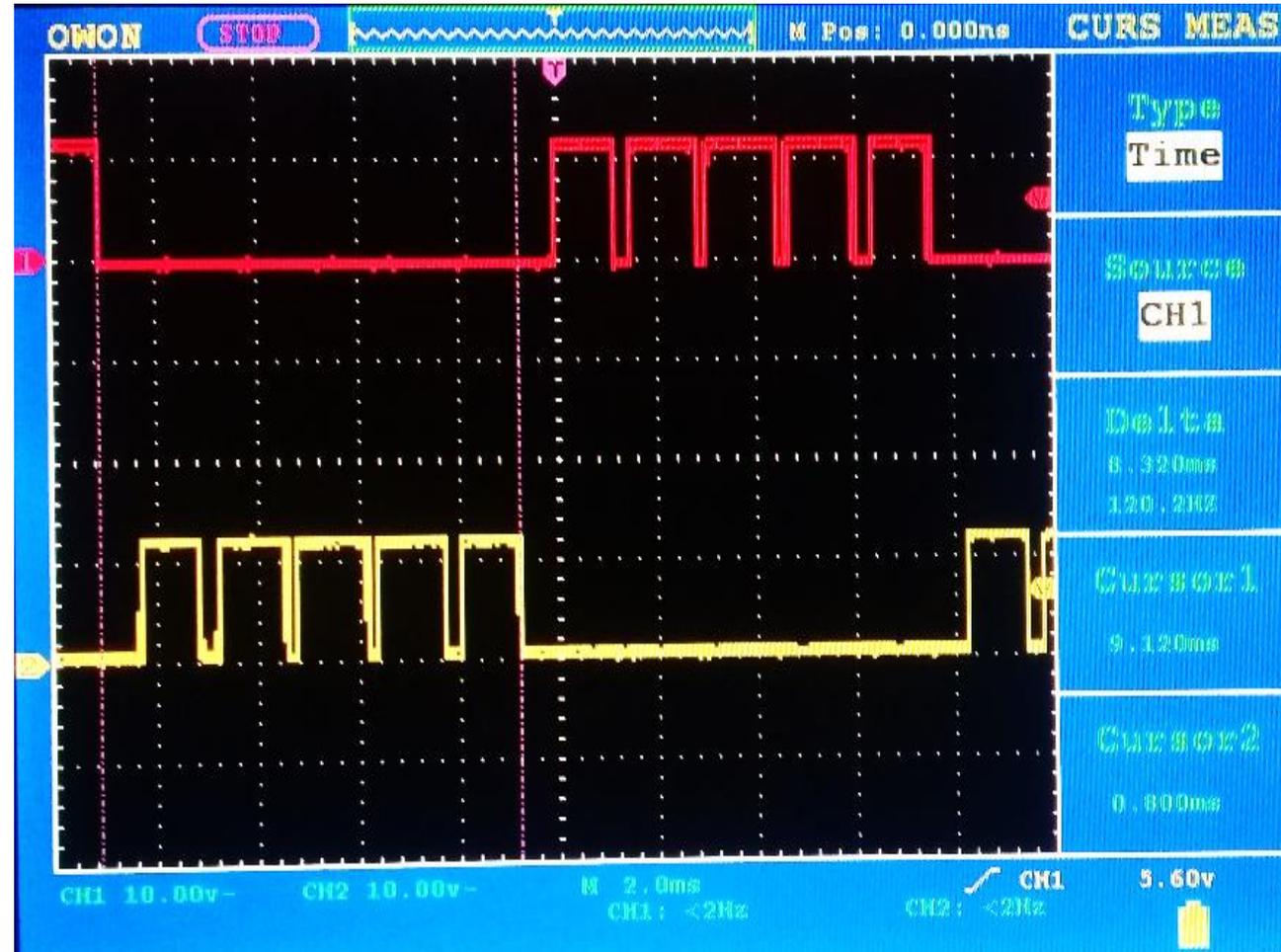
## Conexión para realizar las pruebas



## Mediciones obtenidas

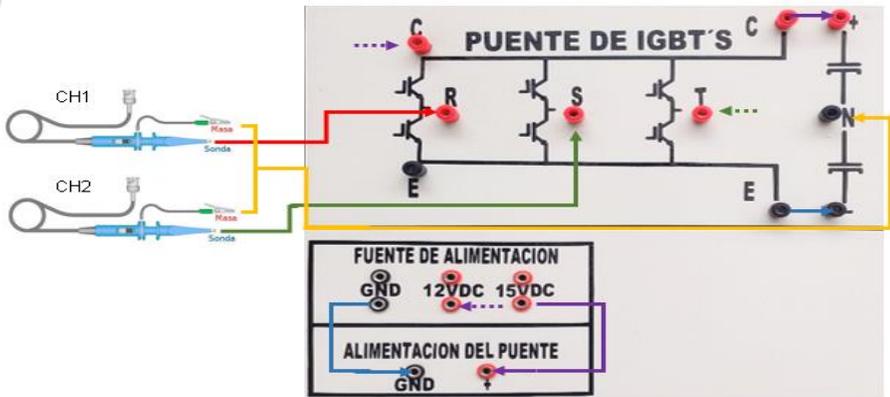
### Mediciones del circuito de drivers

Señal de opto acoplación	Desfase ciclo positivo (HO)		Voltaje Aplicado	Desfase ciclo negativo (LO)	
	Tiempo (ms)	Frecuencia (Hz)		Tiempo (ms)	Frecuencia (Hz)
R	16,64 ms	60,10 Hz	12 V	8,32 ms	120,2 Hz
RS	5,84 ms	171,2 Hz	12 V	14,16 ms	70,62 Hz
RT	11,76 ms	85,03 Hz	12 V	3,52 ms	284,11 Hz



# Pruebas de circuito de potencia

## Conexión para realizar las pruebas



## Mediciones obtenidas

Mediciones del circuito de potencia

Señal de control	Desfase ciclo positivo		Voltaje Aplicado	Desfase ciclo negativo	
	Tiempo (ms)	Frecuencia (Hz)		Tiempo (ms)	Frecuencia (Hz)
R	16,64 ms	60,10 Hz	15 V	8,32 ms	120,2 Hz
RS	5,84 ms	171,2 Hz	15 V	14,16 ms	70,62 Hz
RT	11,76 ms	85,03 Hz	15 V	3,52 ms	284,11 Hz



- Mediante fuentes bibliográficas y proyectos similares, una inversión trifásica es una conversión de corriente DC a corriente AC, donde el voltaje en AC es proporcional al voltaje aplicado en DC el mismo que se consigue mediante procesos de modulación, aislación y conmutación con los elementos de potencia tales como MOSFET's e IGBT's.
- El proceso de modulación SPWM se lo realiza mediante el sistema embebido arduino uno, este sistema permite ejecutar un código de programación, calculando el tiempo de cada pulso requerido para el desfase de  $120^\circ$  lo cual es equivalente a 5,55mS de cada una de las líneas trifásicas, gracias a que posee seis salidas de modulación en los pines; D4, D5, D7, D8, D9 y D10



- Para aislar eléctricamente los circuitos de control y de potencia es necesario utilizar optoacopladores 6n135 debido a su construcción interna el cual consta de un diodo emisor infrarrojo, ópticamente acoplado a un transistor foto detector de alta velocidad, mismo que permite adquirir a la salida señales con parámetros similares a la señal aplicada en la entrada.
- La conmutación de los IGBT's es un proceso de activación y desactivación precisa dados en un determinado tiempo y depende de los circuitos disparadores o drivers para lo cual se utilizó el IR2102, este circuito ofrece las mismas características mencionadas anteriormente. Además, es compatible con el elemento de potencia.



- Para evidenciar la inversión trifásica se utilizó un osciloscopio con la finalidad de obtener los parámetros de desfase, amplitud, frecuencia y periodo de las líneas de potencia (R, S y T).



- Previo a la realización del módulo de inversión trifásica se debe leer el procedimiento de operación con el fin de evitar errores de conexión proporcionado por el Anexo J.
- Se puede utilizar solo una fuente de alimentación sea de 12VDC o 15VDC debido a su diseño.
- En caso de necesitar una fuente de tensión diferente, conectar en los pines de alimentación al puente ubicadas en la parte frontal del módulo, además es muy importante alimentar con esa misma tensión al puente de IGBT'S
- Las tomas de señales de control, optoacopladores y drivers de IGBT's ubicadas en el panel frontal son únicamente para medición y monitorización de parámetros de modulación mediante el osciloscopio, por lo que no se debe conectar otro circuito o carga externa.



- El módulo debe ser utilizado únicamente bajo la supervisión de un docente que tenga conocimiento del funcionamiento del módulo de inversión trifásico.





1922  
ECUADOR