



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE CONTROL DE MOTORES DE INDUCCION CON DISPOSITIVO DE POTENCIA INTELIGENTE PARA EL LABORATORIO DE CONTROL ELÉCTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE SEDE LATACUNGA.

AUTOR: JHON BERNARDO TACURI PILATAXI

DIRECTOR: ING. WASHINGTON FREIRE



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El laboratorio de control eléctrico no cuenta con módulos con tecnología IGBT, siendo esta tecnología muy aplicada en el desarrollo de control de máquinas e inversores, la ausencia de módulos con este tipo de tecnologías genera que los estudiantes que cursan la asignatura de control eléctrico desconozcan de una manera didáctica, los nuevos métodos que existen para controlar motores de inducción.



100 años
Ecuador

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un módulo didáctico de control de motores de inducción con dispositivo de potencia inteligente para el laboratorio de control eléctrico de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar sobre trabajos o prototipos desarrollados relacionados al diseño de módulos con IGBT'S para el control de motores trifásicos en diferentes fuentes bibliográficas, artículos certificados.
- Diseñar el circuito electrónico con los parámetros requeridos para el funcionamiento del módulo de potencia inteligente.
- Desarrollar e implementar un algoritmo para el control de las compuertas gate del IGBT.
- Construir el sistema eléctrico y electrónico para el módulo didáctico con SPM para motores trifásico.
- Desarrollar las guías para las prácticas dentro del laboratorio de control eléctrico.
- Realizar pruebas de funcionamiento que validen el módulo desarrollado por medio del control propuesto.



MOTORES DE INDUCCION

$$n_s = \frac{120f}{p} \text{ (rpm)}$$

Donde:

n_s = velocidad síncrona

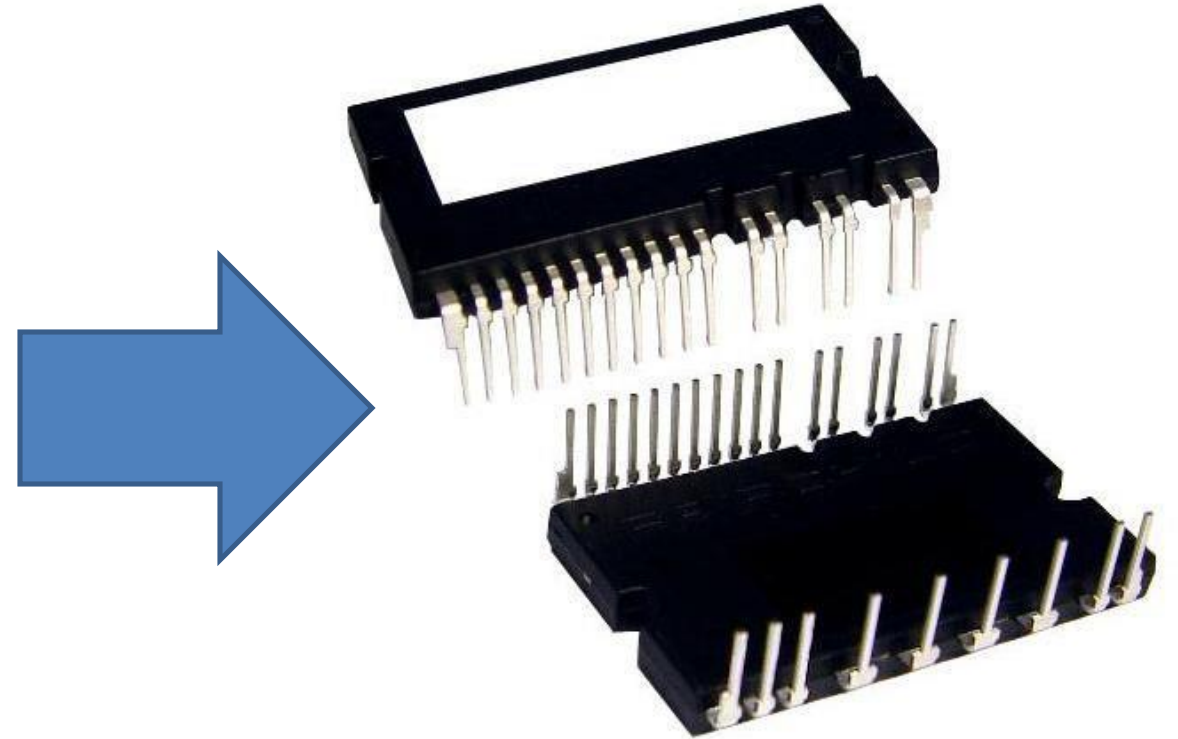
p = numero de polos del estator

f = frecuencia síncrona del estator



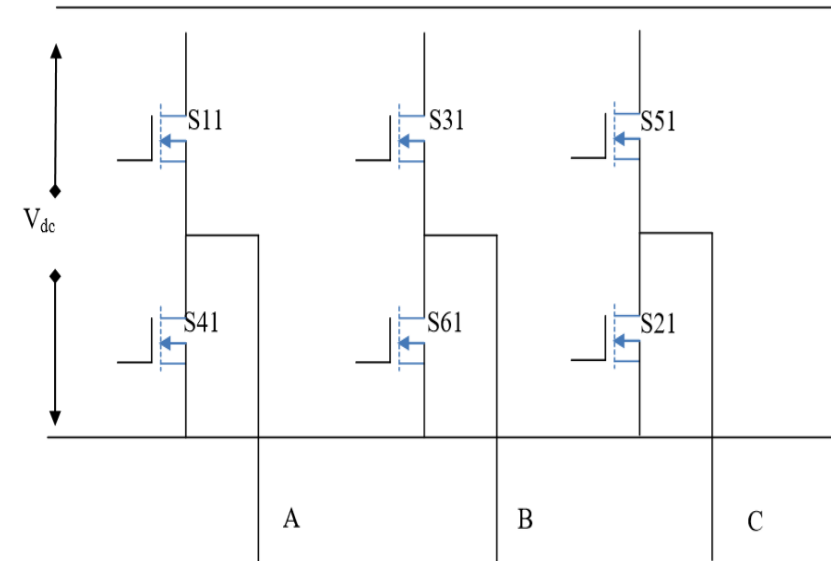
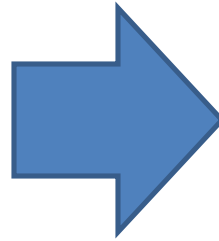
MODULO DE POTENCIA INTELIGENTE

La mejora del rendimiento SPM es esencialmente el resultado del avance tecnológico de los dispositivos de alimentación (es decir, IGBT y FRD) en el circuito inversor trifásico



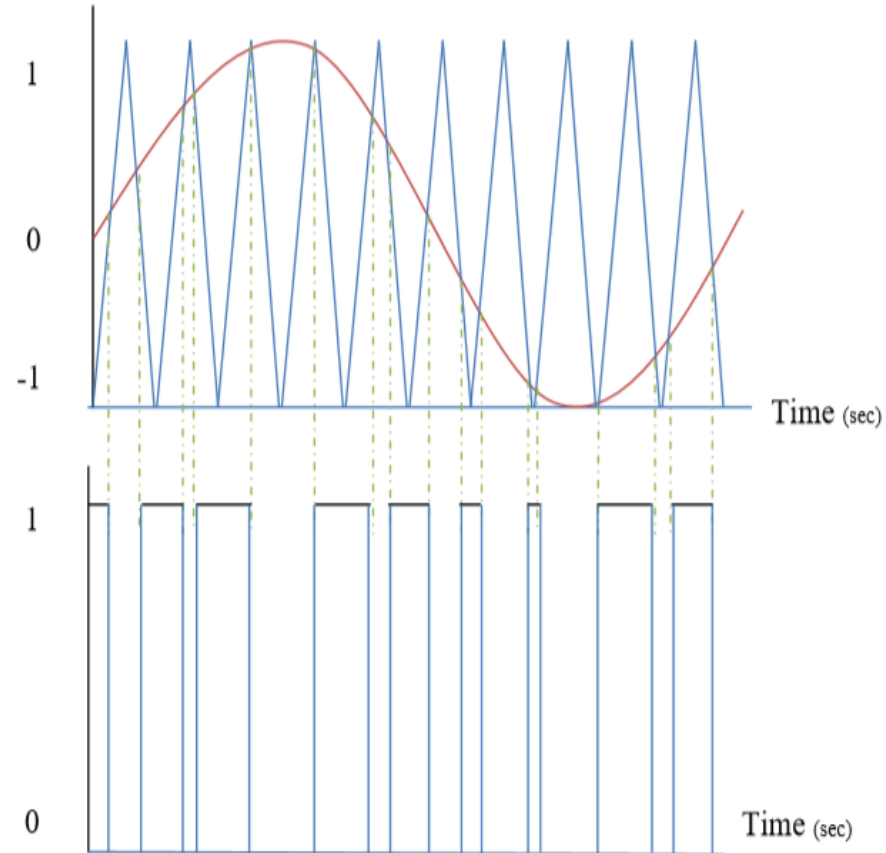
INVERSOR TRIFÁSICO

El puente toma un voltaje de CC y utiliza seis interruptores (IGBT'S) dispuestos en patas de tres fases como se muestra en la Figura

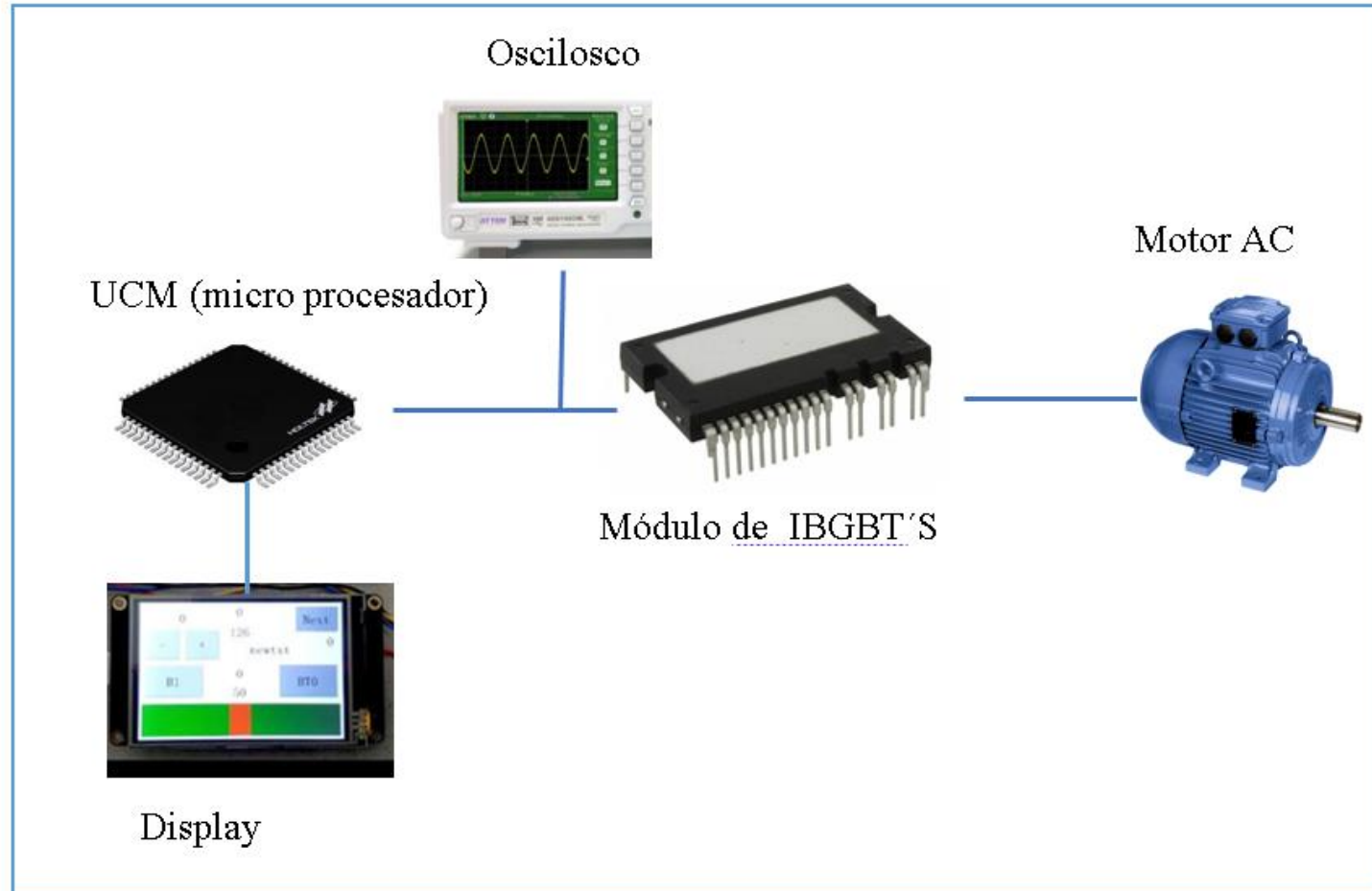


Modulación SPWM

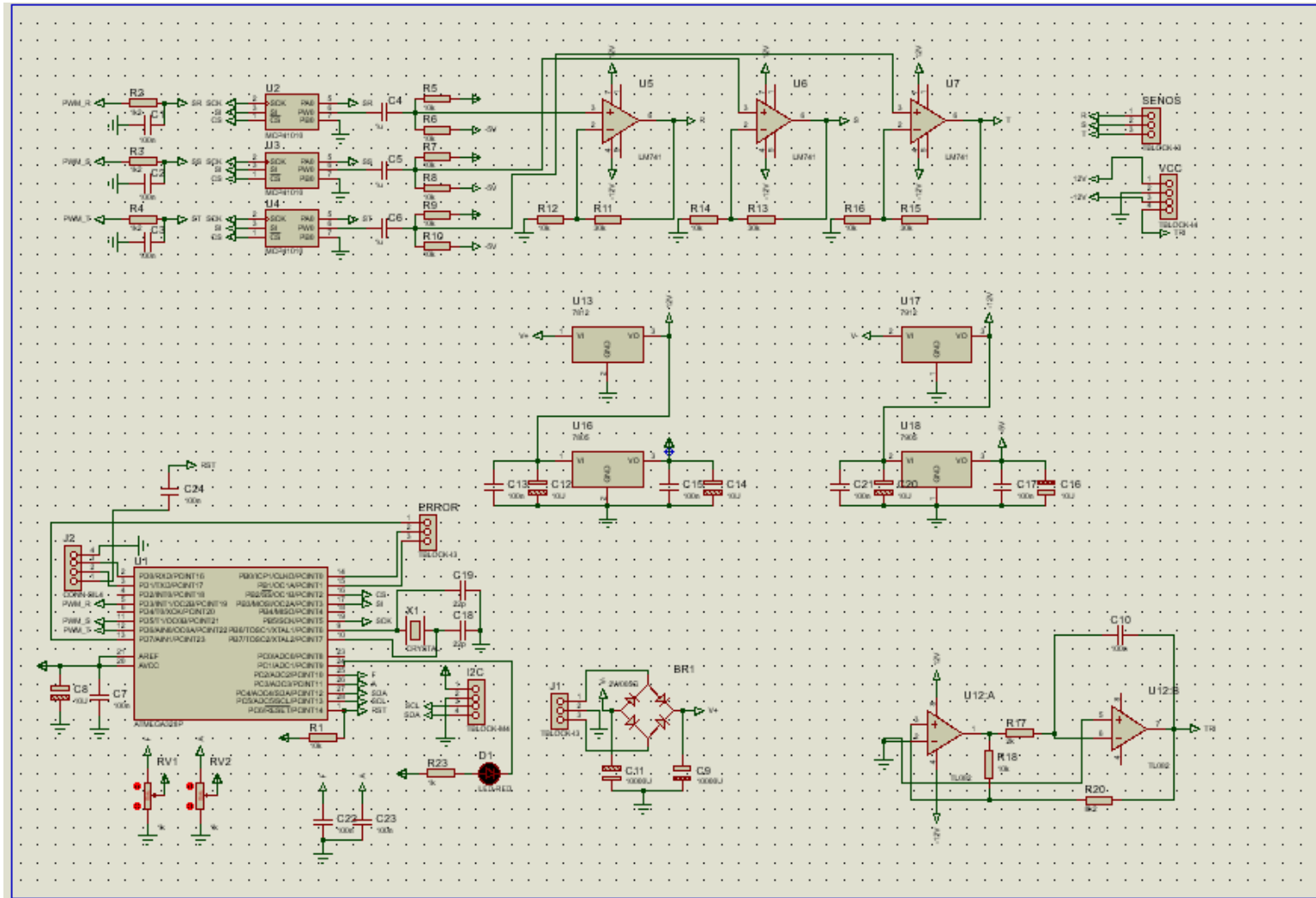
La forma de onda sinusoidal de referencia de baja frecuencia se compara con las ondas triangulares de alta frecuencia que se denominan ondas portadoras

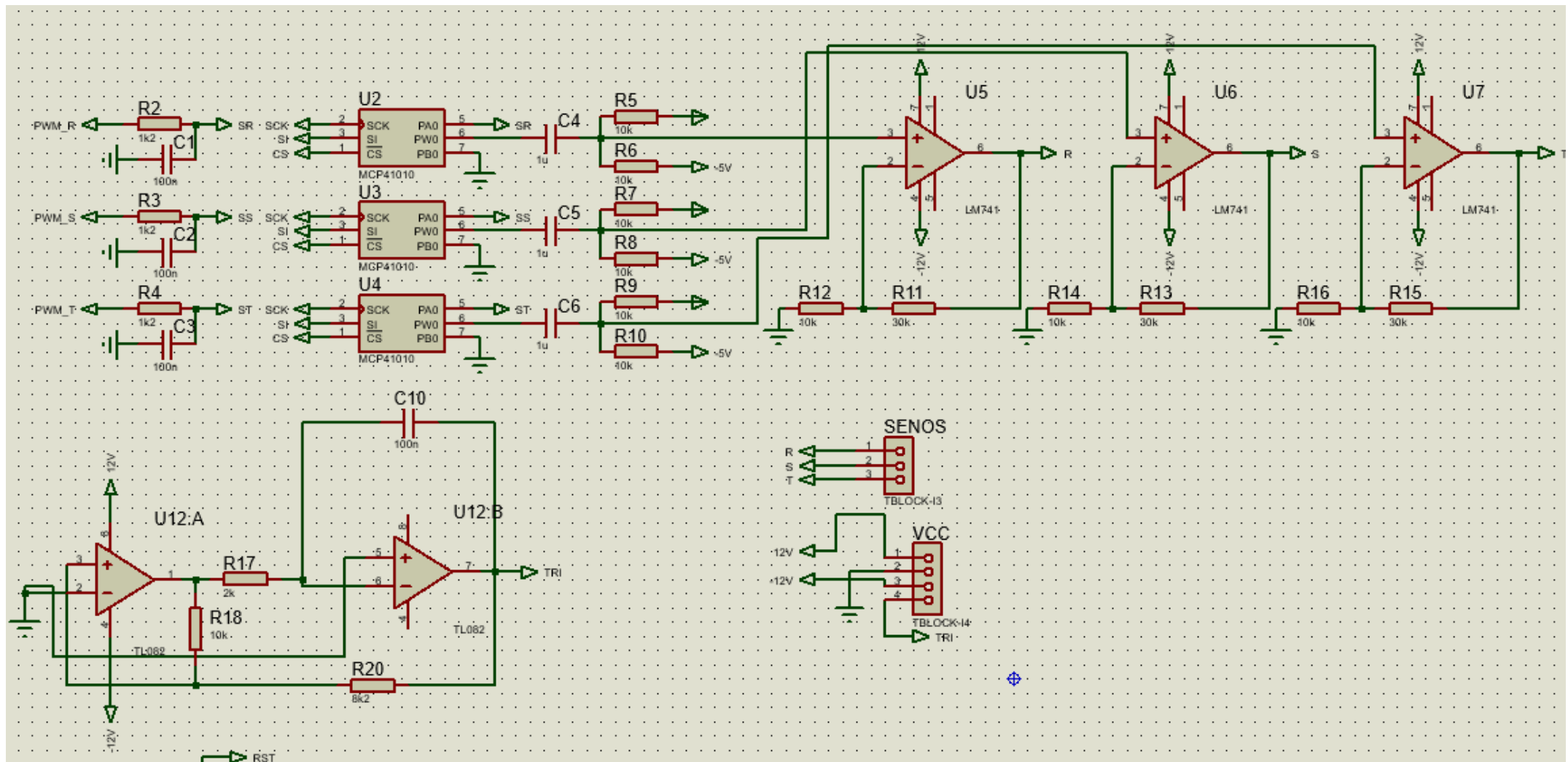


Esquema del módulo didáctico para el control de motor de inducción trifásico



GENERACION DE SEÑALES DE CONTROL





AMPLIFICACIÓN DE VOLTAJE

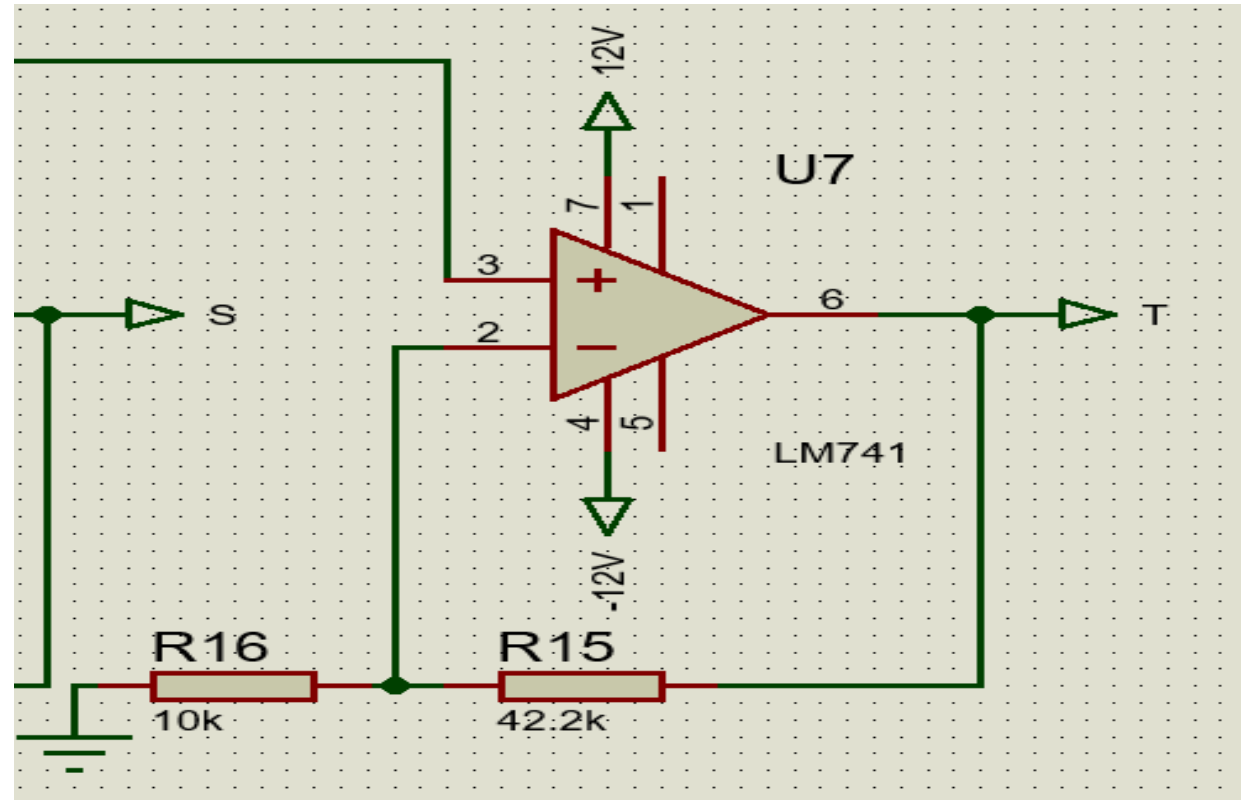
$$G = \frac{R_F}{R_1}$$

$$G = \frac{42.2}{10} = 4,22$$

$$V_{out} = V_{in} * (1 + G)$$

$$V_{out} = 1.85 * 5,22$$

$$V_{out} = 9,65 \text{ voltios}$$



GENERADOR DE SEÑAL TRIANGULAR

$$F = \frac{R2}{4 \times C \times R1 \times R3}$$

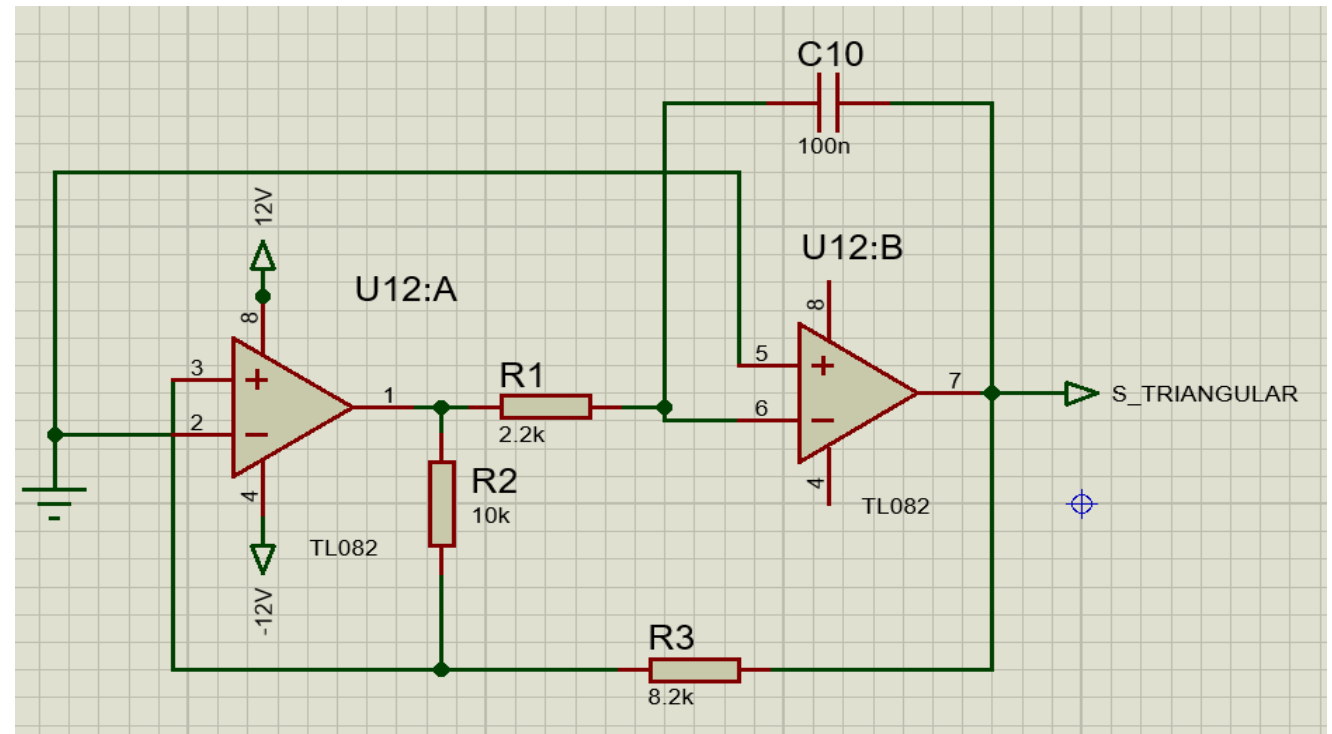
$$R1 = 2.2K$$

$$R2 = 10K$$

$$R3 = 8.2K$$

$$C = 100nF$$

$$F = \frac{10K}{4 \times 100 \times 10^{-9} \times 2.2K \times 8.2K}$$
$$= 1385.8 \text{ Hz}$$



GENERACIÓN DE SEÑAL SPWM

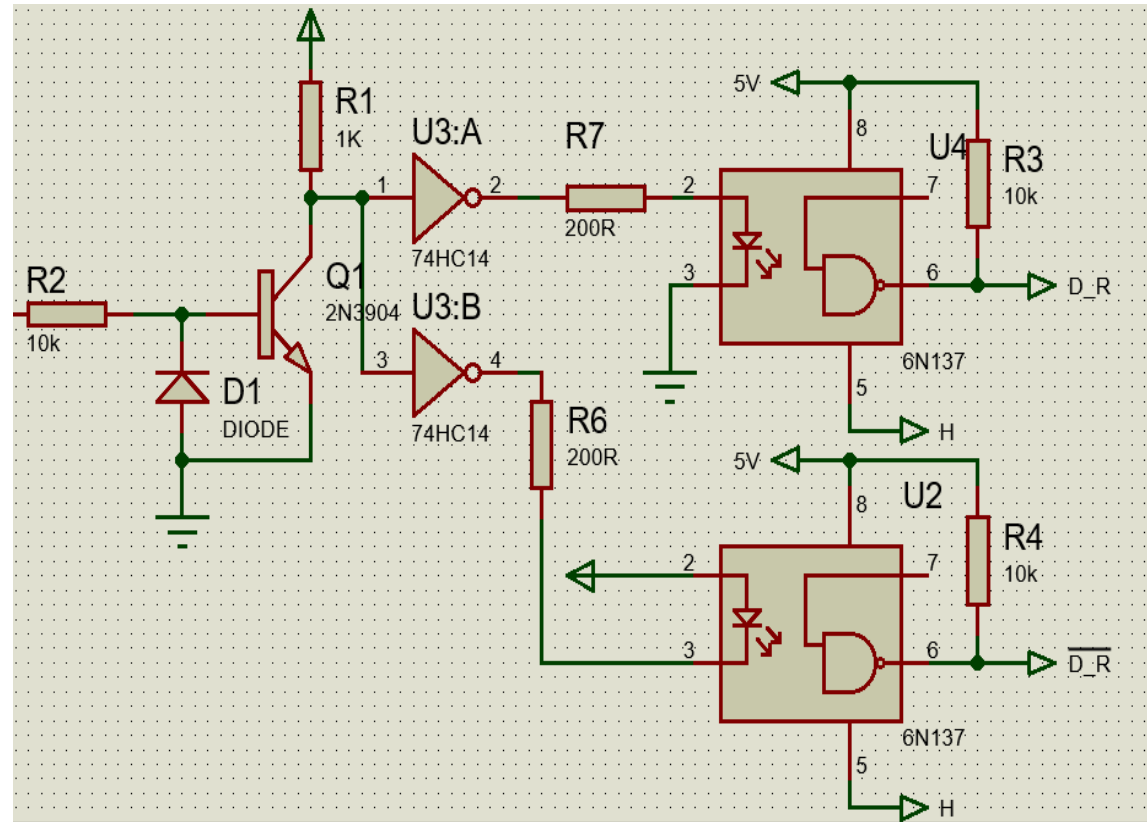
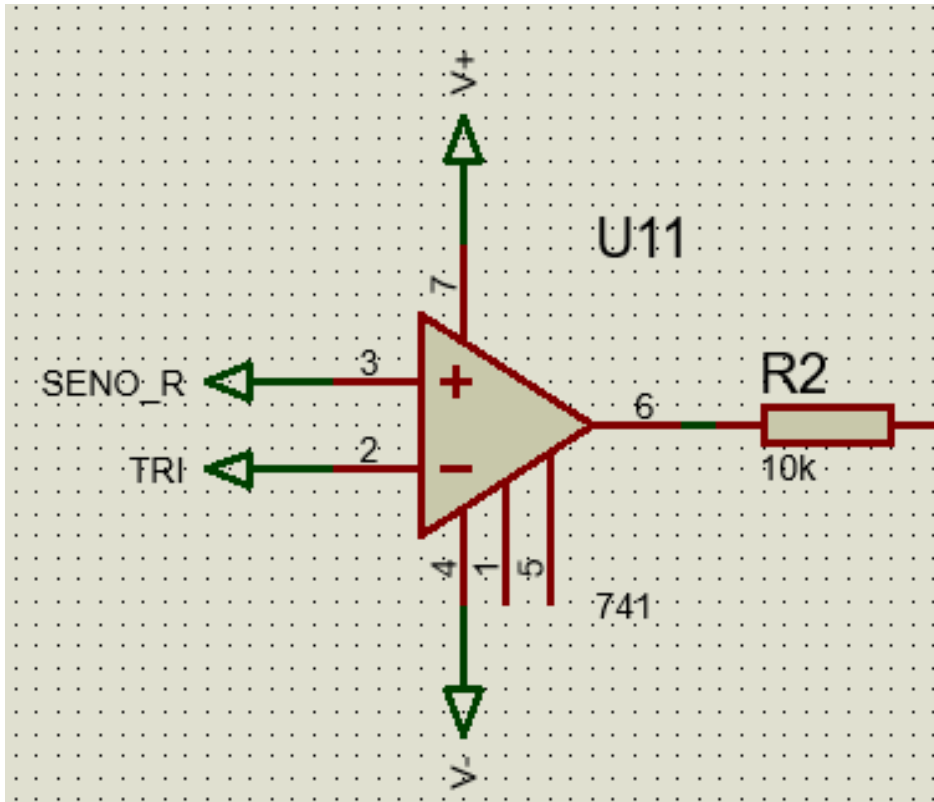
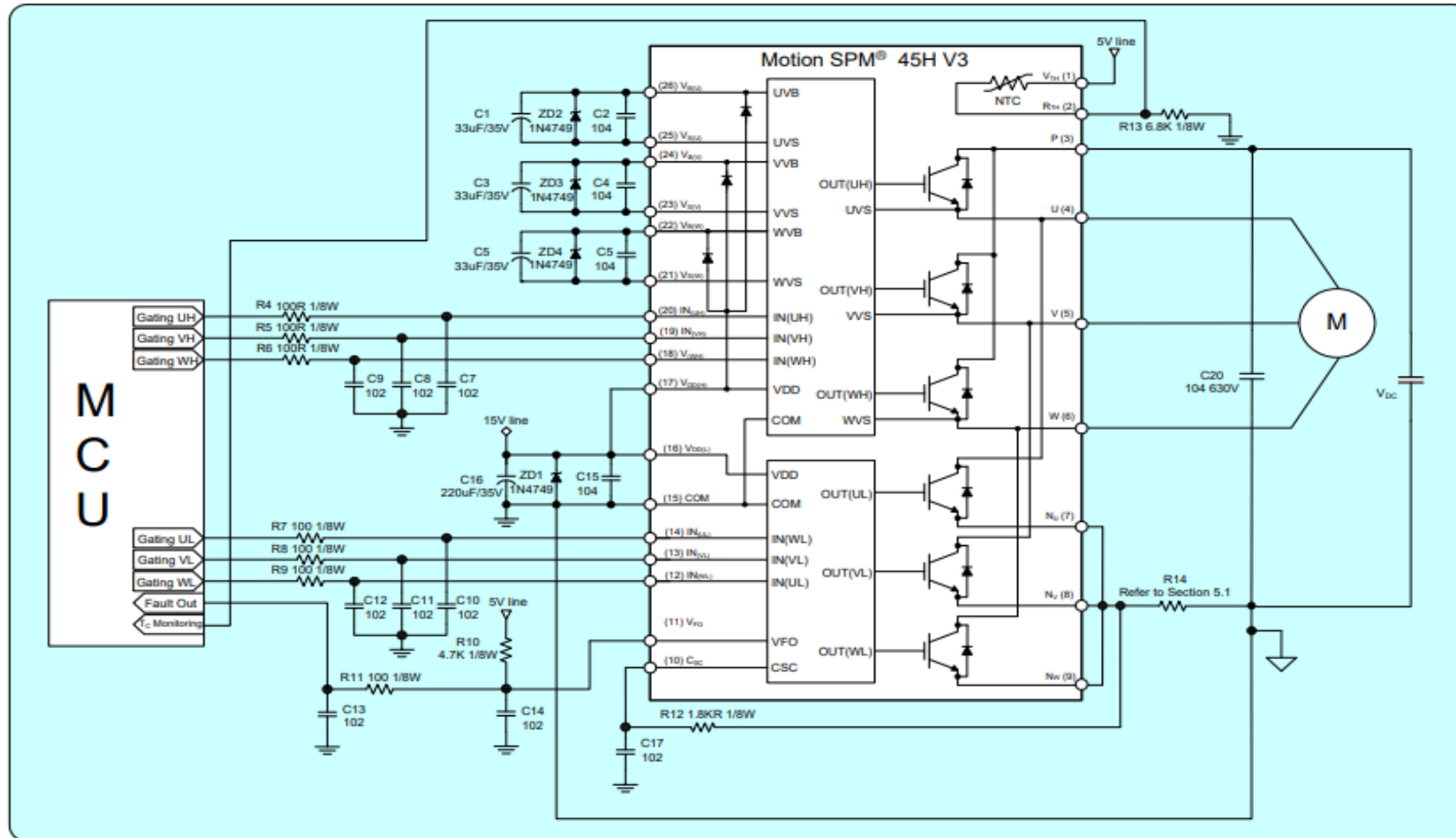
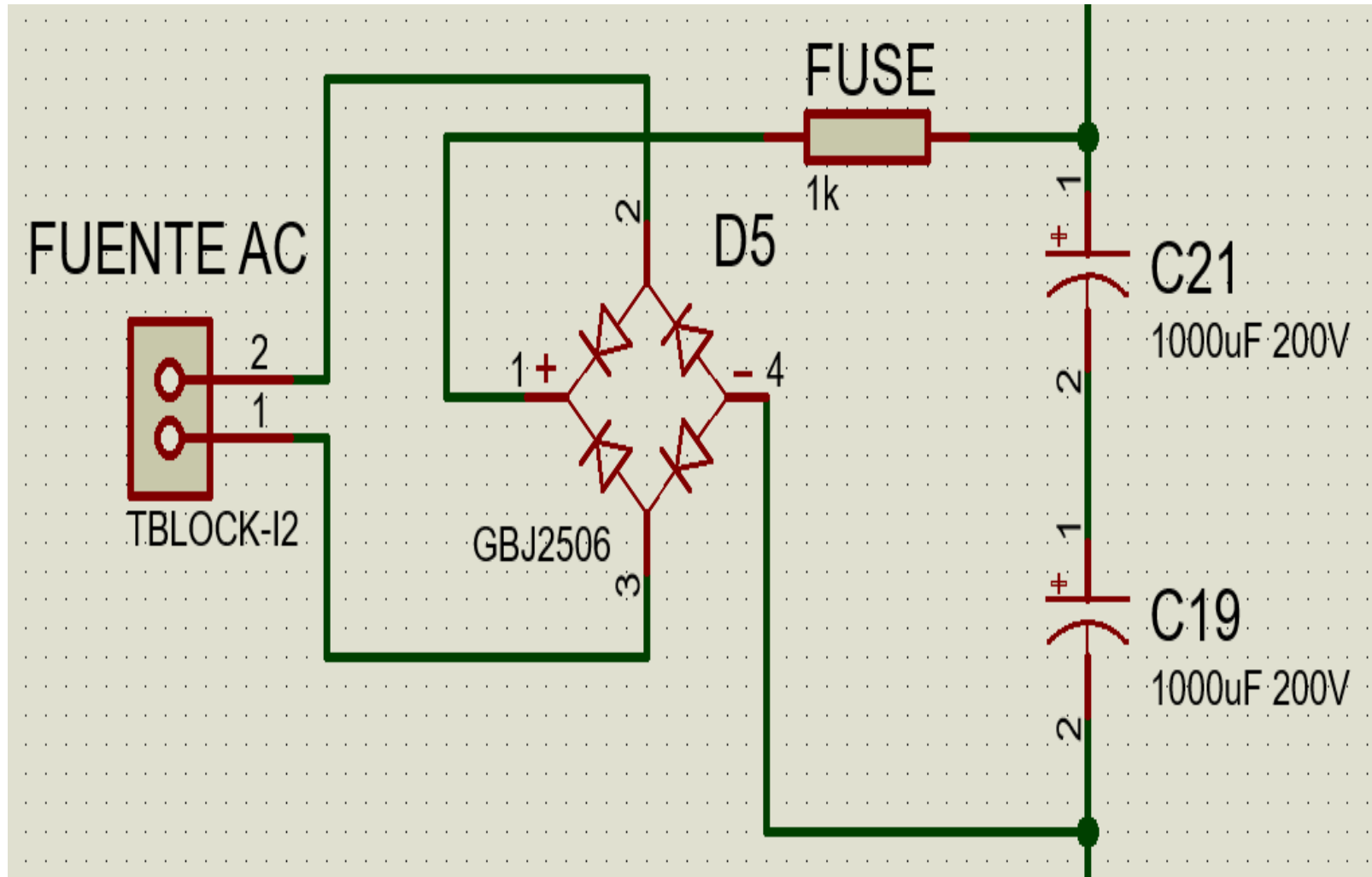


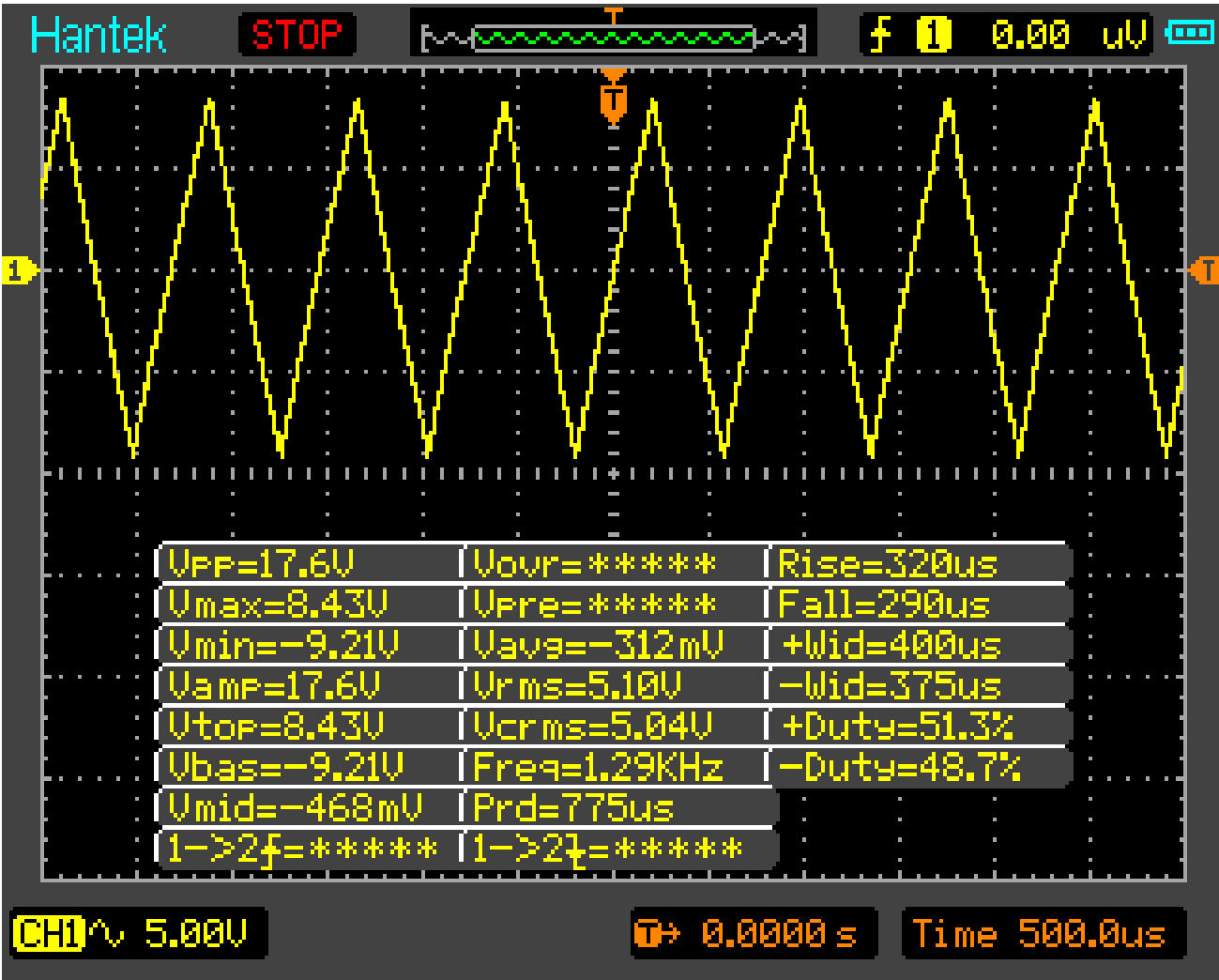
DIAGRAMA PARA EL DISEÑO DE PCB DE CIRCUITO DE POTENCIA



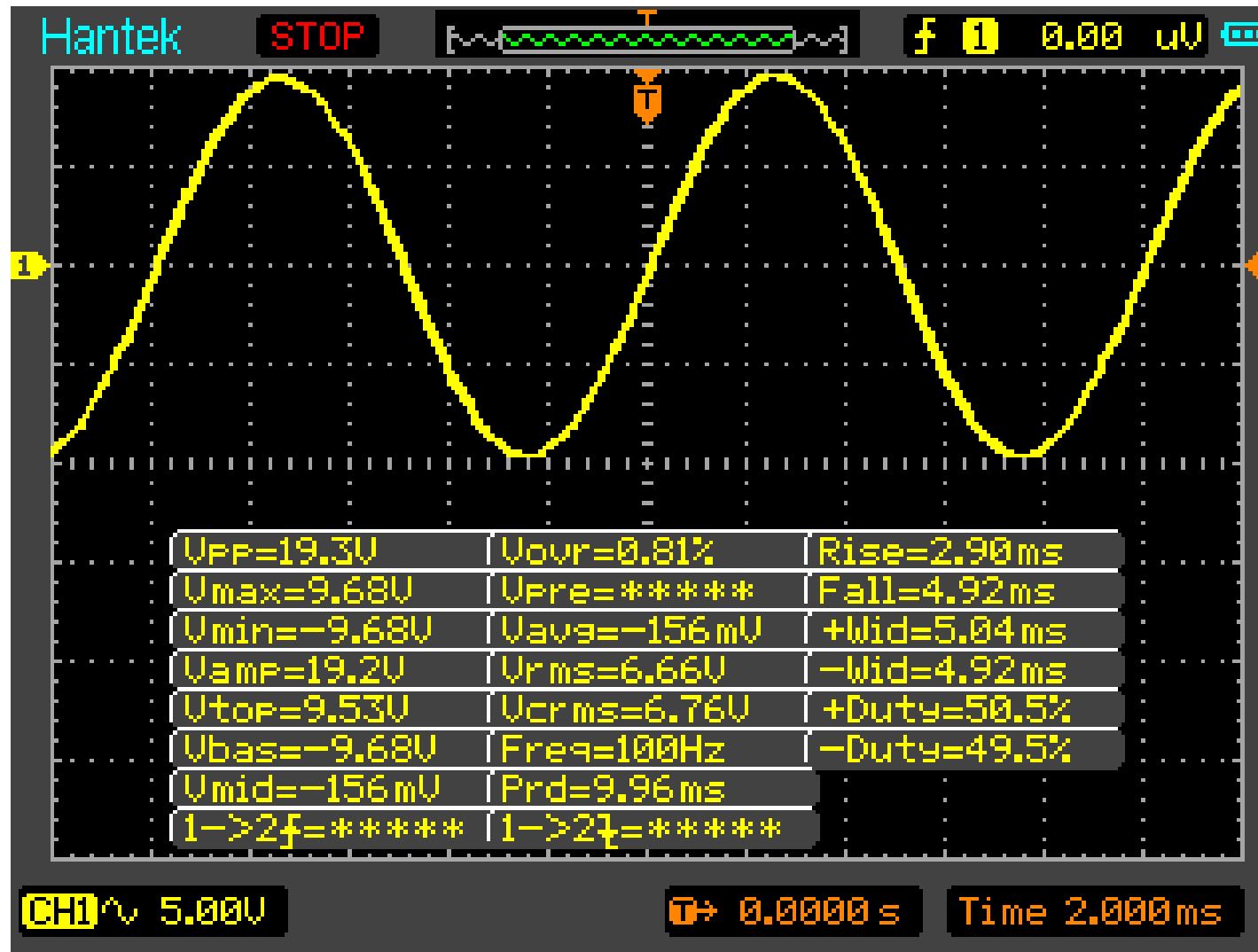
RECTIFICADO DE VOLTAJE AC 120 VOLTIOS



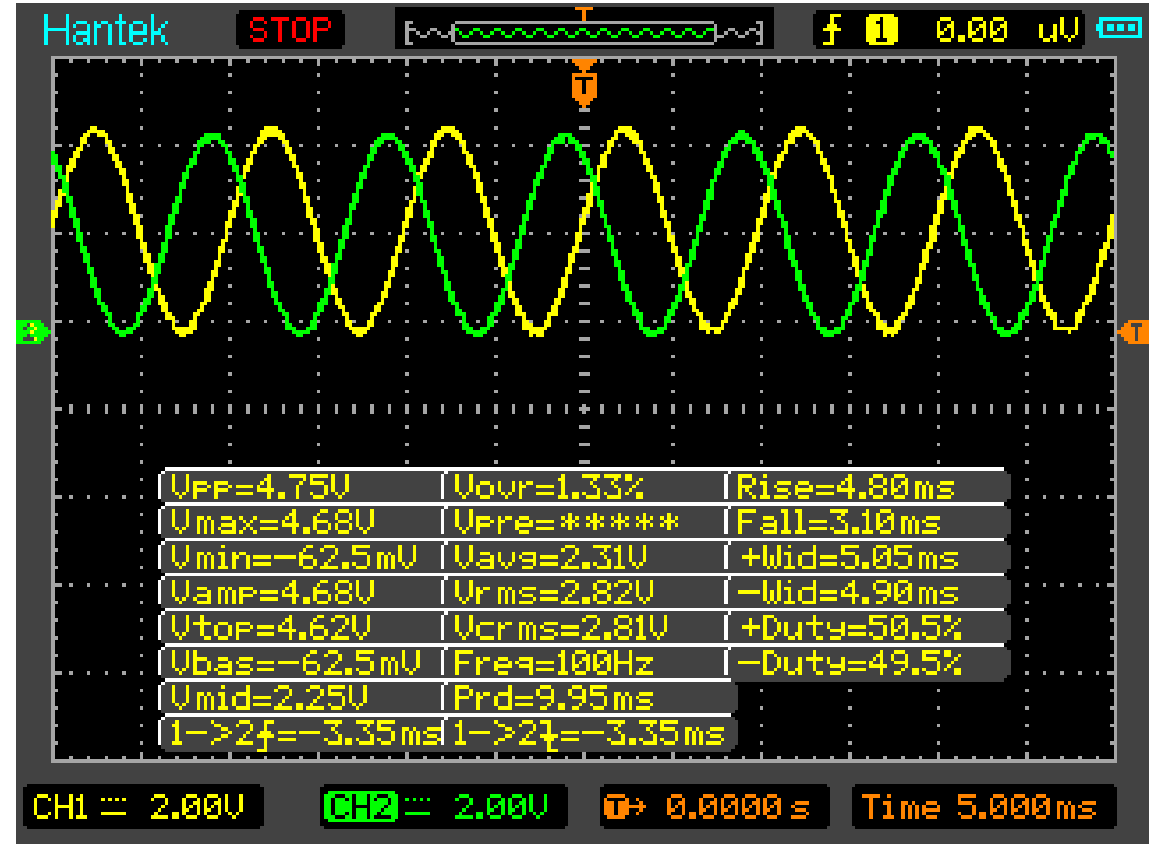
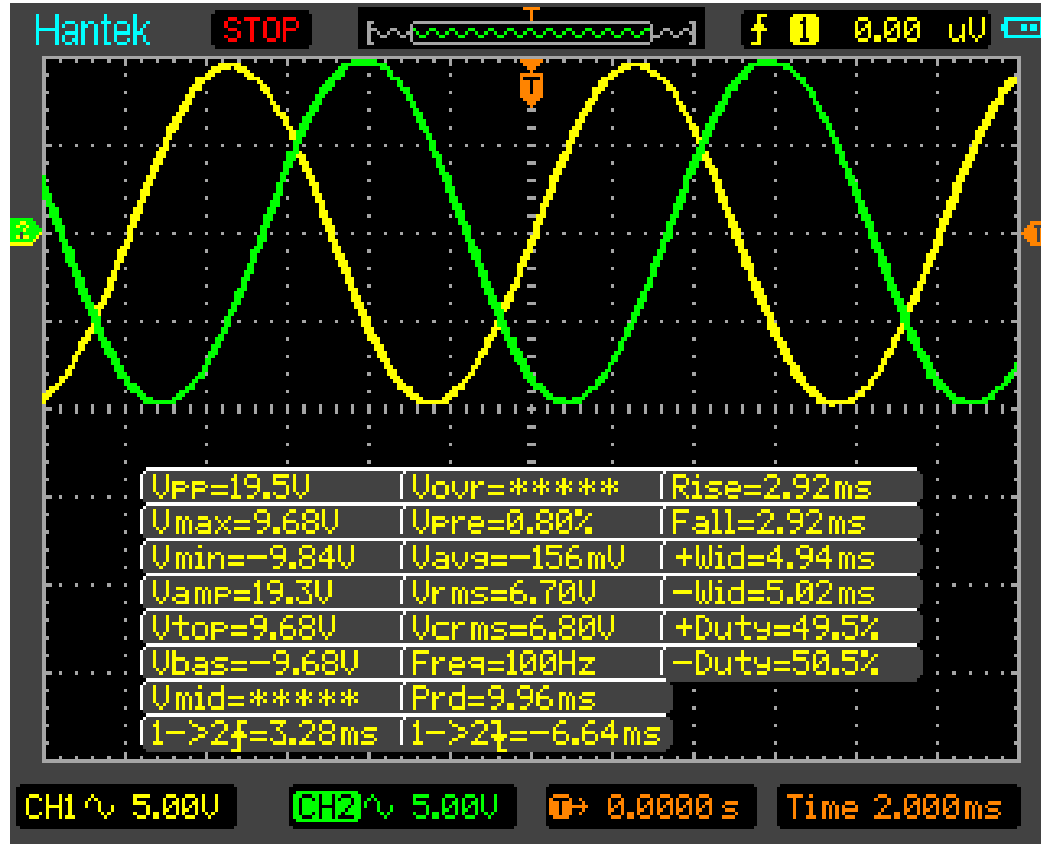
SEÑAL PORTADORA



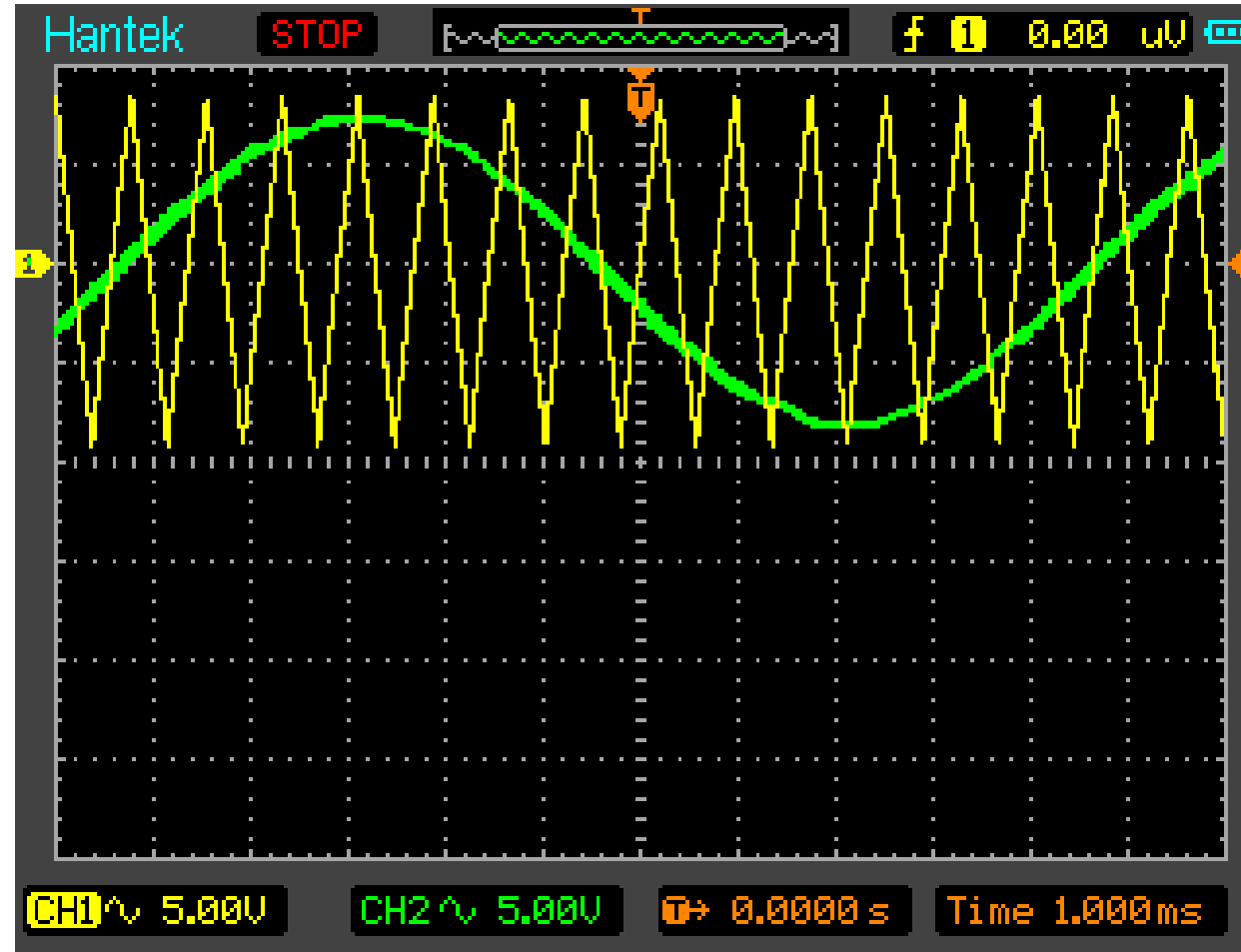
SEÑAL MODULADORA



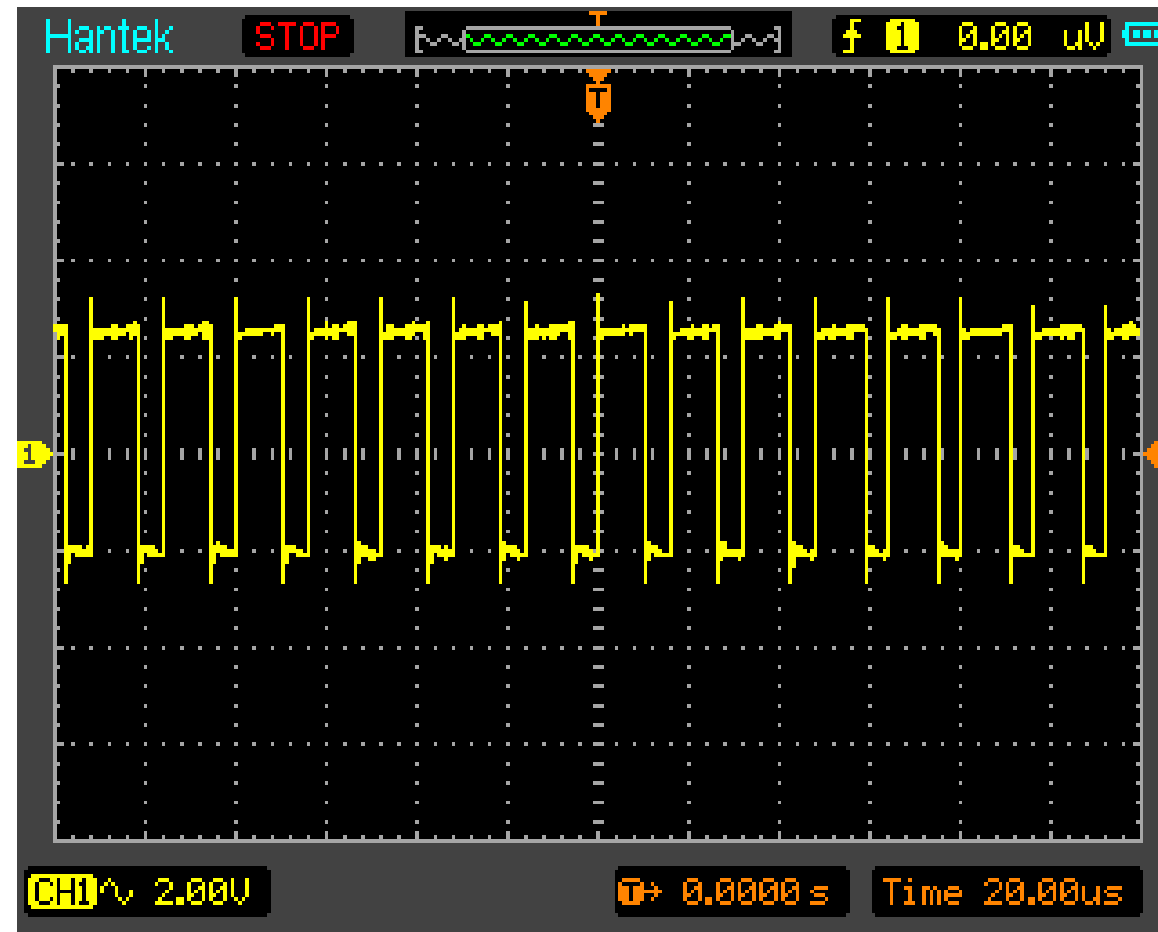
SEÑAL MODULADORA DESFASADA 120 GRADOS



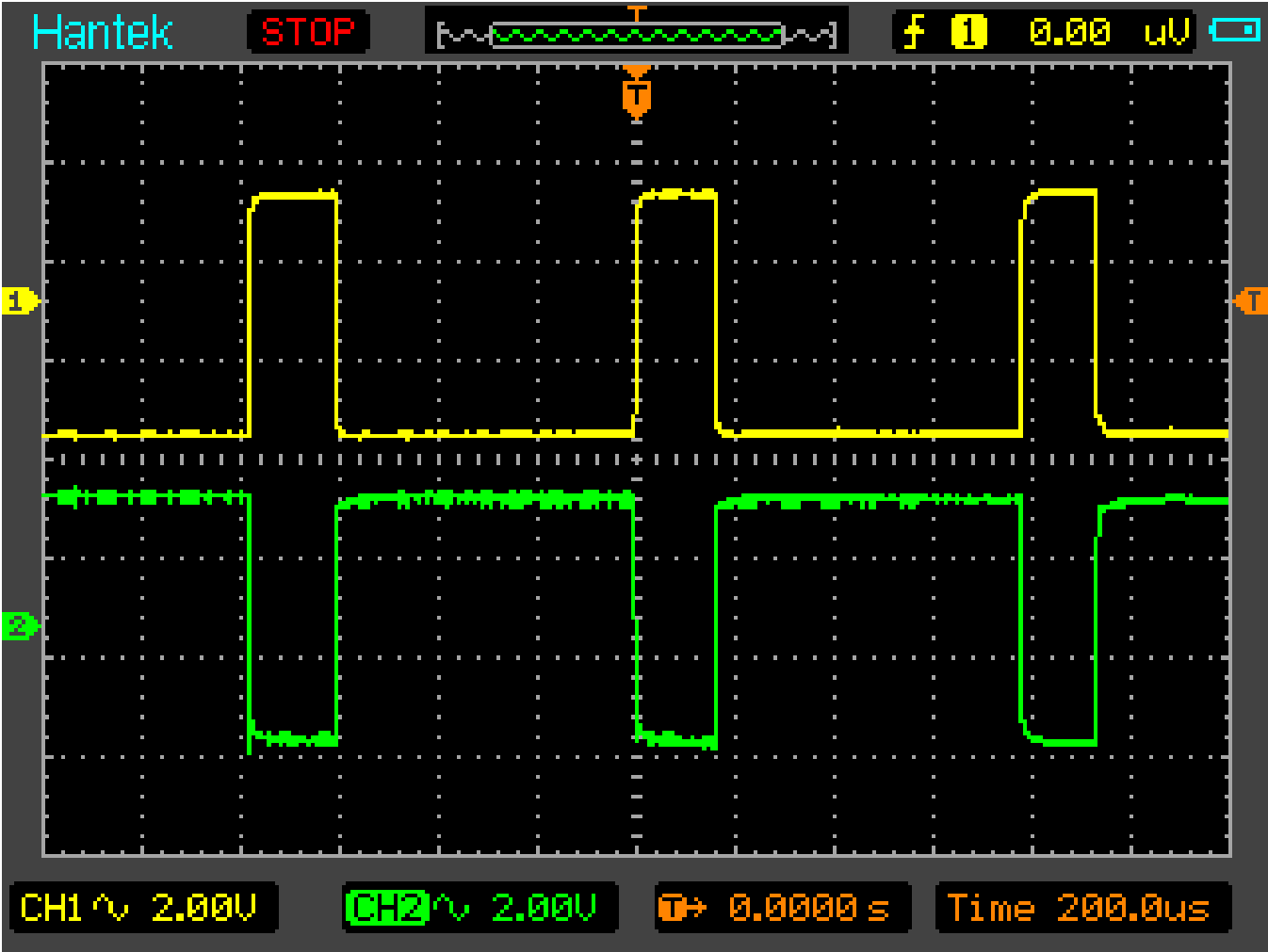
COMPARACIÓN DE LA SEÑAL PORTADORA Y SEÑAL MODULADORA



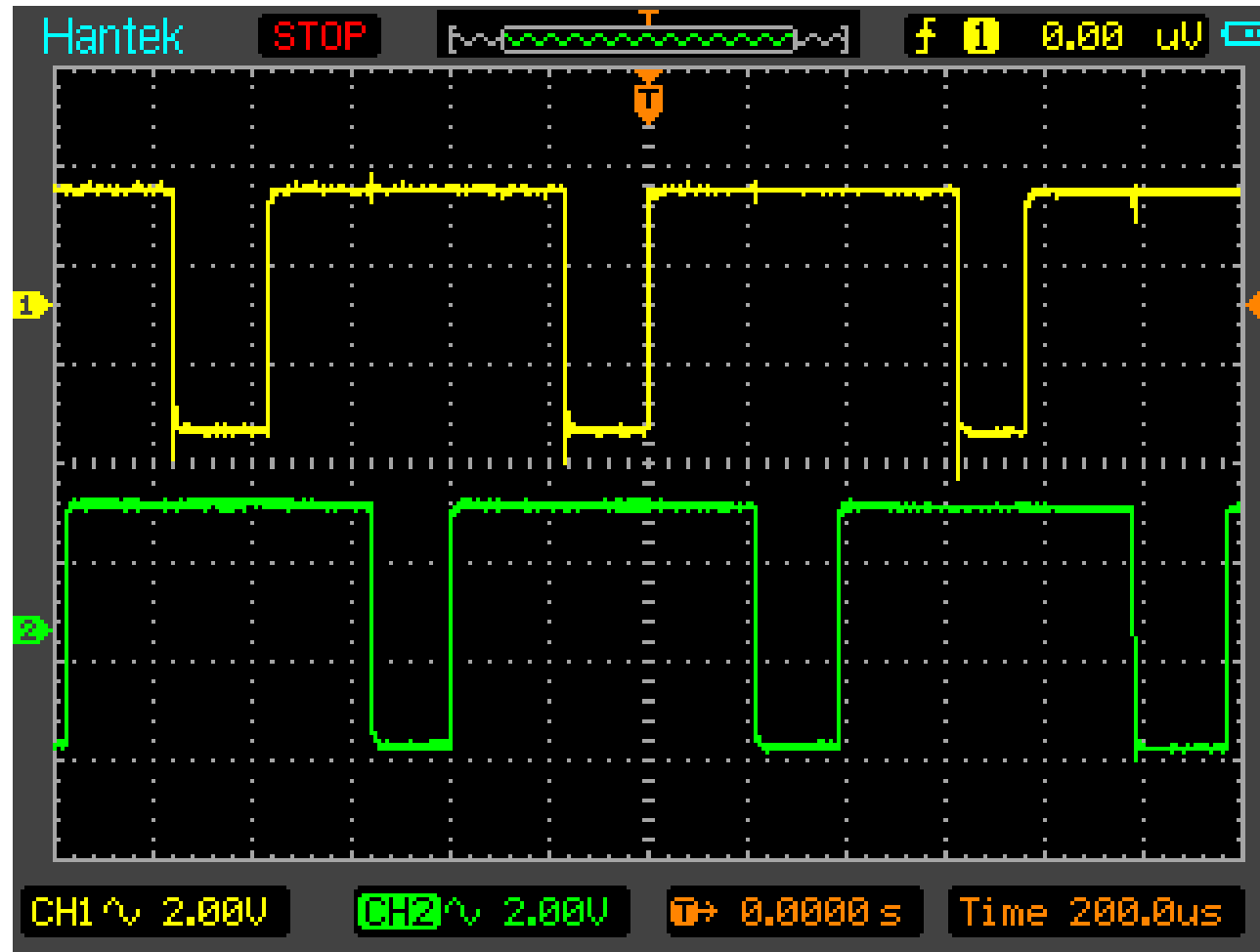
GENERACIÓN DE PWM



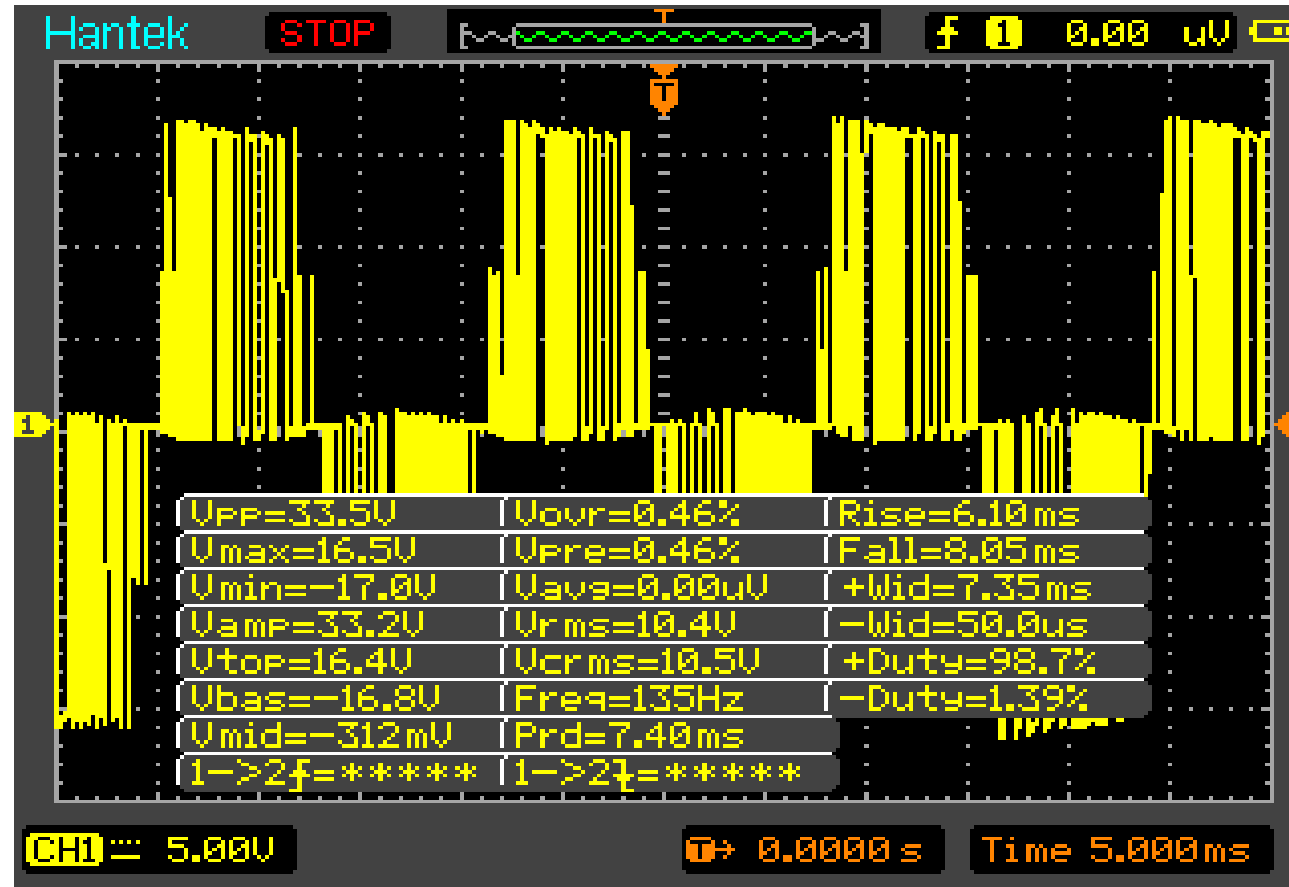
SEÑAL DE DISPARO +U Y -U



SEÑALES DE DISPARO +U Y +V



SALIDA DE VOLTAJE DEL INVERSOR



CONCLUSIONES

- Se logró el diseño del inversor trifásico para motores de baja potencia en lazo abierto, con un dispositivo de potencia inteligente, con capacidad de $\frac{1}{4}$ de hp de potencia y 120 voltios.
- Se diseñó un módulo didáctico de control de frecuencia con un rango de 30Hz hasta 100Hz y una amplitud de 0% a 100%.
- Se aplicó el módulo de potencia inteligente (Smart Power module), se demuestra que con este dispositivo se puede controlar simplemente con un microcontrolador y de esta manera disminuyendo la dimensión de la placa del circuito y el diseño electrónico.
- Las señales de ondas se pueden visualizar por medio de un osciloscopio, para el análisis respectivo por parte de los estudiantes.



recomendaciones

- Para futuras trabajos de investigación se recomienda hacer el diseño del módulo de control de motor en lazo cerrado para una compensación óptima de la relación voltaje frecuencia (V/F), por lo cual se dejó dos entradas analógicas en el diseño de la placa de circuito de control, en esta se puede agregar la entrada de un sensor de corriente o un encoder para su respectiva retroalimentación y adaptarla para un sistema en lazo cerrado.
- Para futuras trabajos de investigación de control de motores se recomienda utilizar y hacer pruebas con módulos de IGBT'S de mayor potencia, pero de la misma serie que se utilizó en este trabajo de investigación ya que estos dispositivos son circuitos integrados de alta potencia con un tamaño reducido a los módulos tradicionales.



GRACIAS
TOTALES



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA