

# Transmisión de datos mediante TDM

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

Escuela profesional de Ingeniería Electrónica

Telecomunicaciones II

Alexander Palomino Lopez  
Ingeniero Electrónico  
Cusco, Perú  
alexander.palomino@unsaac.edu.pe

Davis Bremdow Salazar Roa - 200353  
Estudiante de Ingeniería Electrónica  
Cusco, Perú  
200353@unsaac.edu.pe

**Abstract—**  
**Index Terms—**

## I. INTRODUCCIÓN

## II. CIRCUITO DETECTOR DE CRUCE POR CERO

*A. Función e importancia en los sistemas de control de potencia*

## III. INTEGRADO H11AA1

## IV. SIMULACIÓN

Una acercamiento experimental sobre el circuito de control de potencia en cuestión se puede realizar mediante la implementación digital y/o simulación del circuito, usando para este fin el software de simulación **Proteus** en su versión 13.7 SP2 la cual permite el añadido de librerías para representar cada componente electrónico en su entorno, así como el uso de Arduino u otro microcontrolador el cual se usará para establecer los tiempos de disparo del circuito.

El circuito de disparo considerado para la simulación constará de las siguientes etapas:

- 1) Circuito detector de cruce por cero
- 2) Circuito de control (uC)
- 3) Circuito de potencia (Rectificador)

### A. Circuito detector de cruce por cero

Este circuito conformado por un puente rectificador y un optoacoplador para aislar la señal de potencia del circuito de control, nos permite conocer cuando la señal inicia su excursión negativa o

positiva de lo cual se puede inferir que medio ciclo de la misma ha transcurrido permitiendo aplicar un algoritmo de control mediante el sensado o detección de estos cruces para establecer el tiempo de espera para activar los tiristores modificando la señal de salida rectificada.

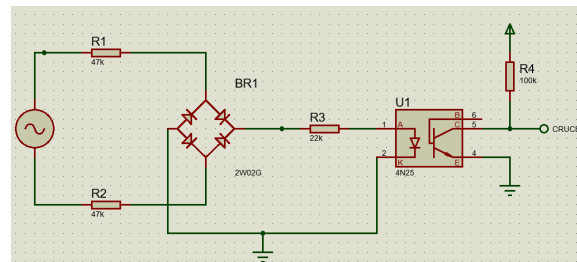


Fig. 1: Circuito de cruce por cero

En la figura 1 se puede apreciar la simulación de esta primera parte del circuito de disparo.

### B. Circuito de control

Como subsecuente elemento en la parte de control una vez verificado el correcto funcionamiento del circuito de cruce por cero como segunda parte se tiene el circuito de control conformado por el microcontrolador Arduino UNO en el cual tiene la siguiente configuración para ejecutar las acciones de control:

**Pines de entrada:**

- 1) A0 (Analógica) : Para modificar el ángulo de disparo
- 2) D2 (Digital/Interrupción) : Para la lectura del pulso generado por el circuito detector de cruce por cero

#### Pines de salida:

- 1) D3 (Digital) : Para activar el tiristor SCR1 mediante un pulso
- 2) D4 (Digital) : Para activar el tiristor SCR2 mediante un pulso
- 3) Tx, Rx : Para la comunicación serial y uso del monitor para mostrar información de ejecución

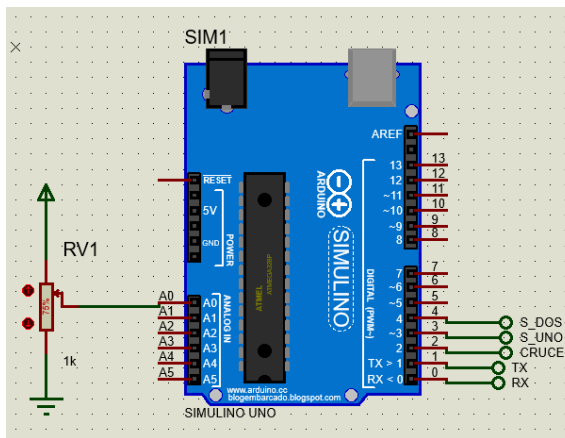


Fig. 2: Circuito de control - Arduino

En la figura 2 se muestra el esquema del circuito de control simulado.

#### C. Circuito de potencia (rectificador)

Finalmente en la etapa de potencia de salida se cuentan con los dispositivos de control como los tiristores y optotriacs como circuitos aisladores entre la etapa de control y de potencia, configurando los primeros en forma de puente para una rectificación a onda completa y colocando en primera instancia una carga resistiva, además de un osciloscopio para visualizar la forma de onda de salida en función al valor del potenciómetro.

En la figura 3 se puede apreciar el circuito de potencia implementando considerando dentro de

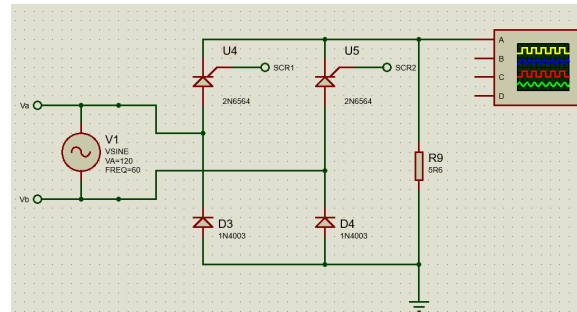


Fig. 3: Circuito de potencia - Rectificador onda completa controlado

este mismo la observación y empleo de 2 diodos rectificadores para el etapa de retorno agregados con fines de experimentación sin que esto altere en correcto funcionamiento en el circuito se implemente con dispositivos de control.

#### D. Código Arduino

Como anexo también se destaca el código Arduino utilizado para el control del circuito de disparo de Triacs y/o control en el rectificador monofásico de onda completa controlado, este código se muestra en el bloque 1

#### V. IMPORTANCIA DE DETECTAR EL CRUCE POR CERO EN LOS SISTEMAS DE CONTROL

#### VI. ANÁLISIS DEL RECTIFICADOR CONTROLADO

##### A. Análisis con carga inductiva

##### B. Medidas para proteger el SCR

#### VII. ANEXOS

```

// Variables de control
volatile boolean cruceCero = 0;
int triac = 3;
int triac2 = 4;
int x = 1;
int POT;
int dim;

// Configuración inicial
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(triac, OUTPUT);
    pinMode(triac2, OUTPUT);
    attachInterrupt(0,
        ↪ deteccionCruceCero, RISING);
}

void deteccionCruceCero(){
    cruceCero = true;
    x++;
    if (x == 3){
        x = 1;
    }
    Serial.println(x),
    digitalWrite(triac, LOW);
    digitalWrite(triac2, LOW);
}

void loop() {
    POT = analogRead(A0);
    dim = map(POT, 0, 1023, 0, 8.3);

    // Envía los pulsos según el
    ↪ valor actual del pot para el
    ↪ tiempo

    if ( x == 1 && cruceCero ==
        ↪ true){
        delay(dim);
        digitalWrite(triac, HIGH);
        delay(1);
        digitalWrite(triac, LOW);
        cruceCero = false;
    }

    if ( x == 2 && cruceCero ==
        ↪ true){
        delay(dim);
        digitalWrite(triac2, HIGH);
        delay(1);
        digitalWrite(triac2, LOW);
        cruceCero = false;
    }
}

```

Listing 1: Código de control - Disparo Tiristor