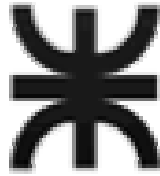


**FACULTAD REGIONAL CÓRDOBA**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**ELECTRÓNICA APLICADA II**

**PROYECTO FINAL**

**AÑO 2003**

**Profesor**  
Ing. Olmos

**Alumnos**  
Caffaratti Daniel  
Depiante Diego  
Nogues Ramiro

## Introducción.

El Proyecto Final para la materia Electrónica Aplicada II es un control proporcional de temperatura para termotanque eléctrico y detector de corriente de fuga a tierra.

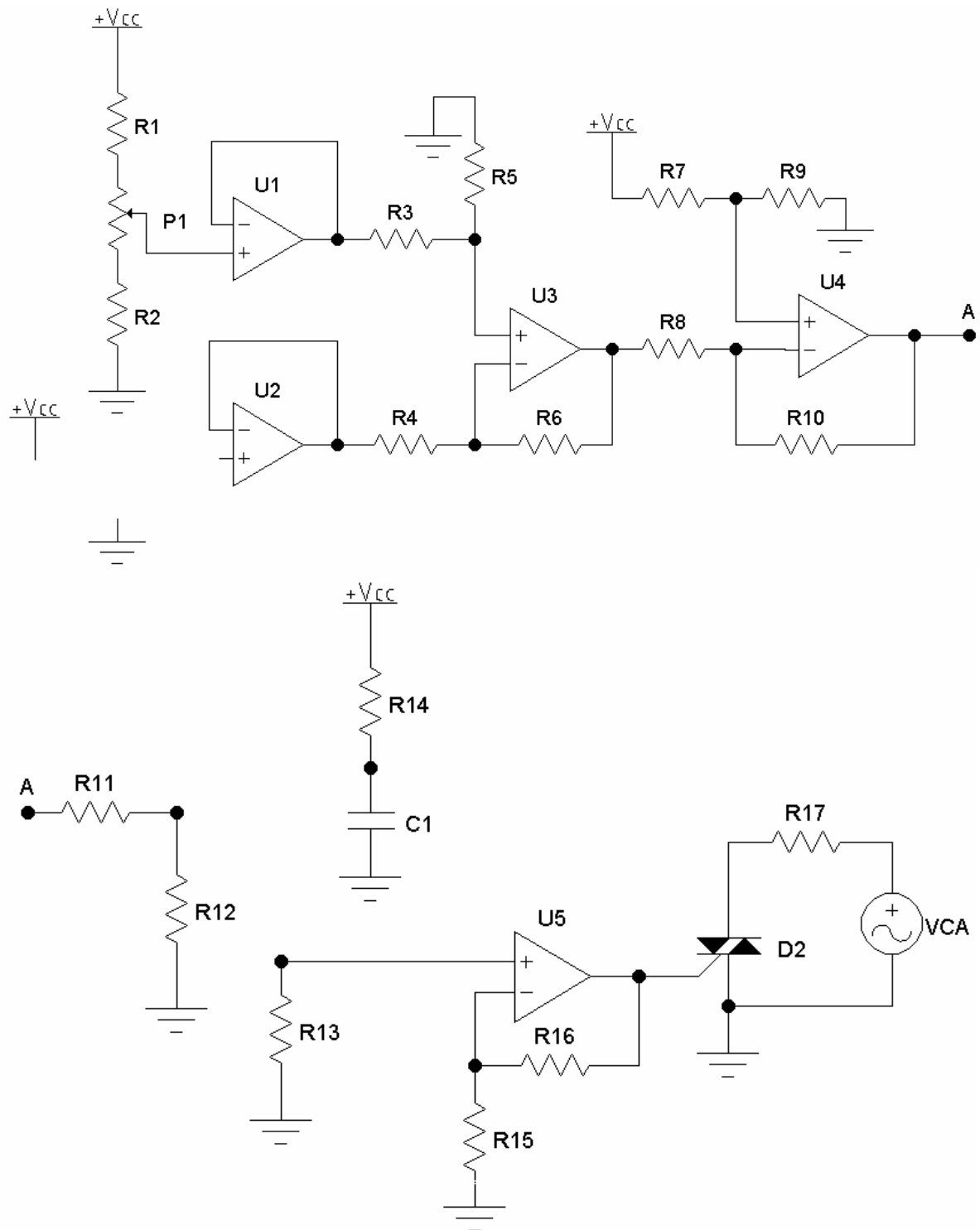
Consta de dos módulos principales, el control de temperatura, que permite seleccionar la cantidad de potencia que entrega la resistencia calefactora ajustando así la temperatura del agua y el detector de corriente de fuga a tierra que desconecta el circuito de la red de alimentación si se produce una fuga de corriente suficientemente grande de manera que pueda ser peligrosa para el usuario.

### Control de Temperatura.

Se trata básicamente de un VCO (convertidor de tensión en frecuencia). La temperatura del agua es medida con un LM35 el cual entrega una tensión de 10 mV por grado centígrado, esta tensión es comparada con una de referencia que se ajusta según la temperatura deseada. El resultado de esta comparación es amplificado y se utiliza para establecer la tensión de disparo de un PUT (Transistor Unijuntura Programable). De esta forma C1 solo se carga hasta la tensión de disparo del PUT permitiendo así variar la frecuencia de disparo de este y por consiguiente la frecuencia de disparo del Triac.

Se ha establecido como frecuencia máxima 400 Hz aproximadamente lo que provoca que el PUT este permanentemente disparado y de la misma forma el Triac produciéndose en la resistencia calefactora la máxima disipación de potencia, ya que se produce el cebado de la compuerta de Triac mas de dos veces por semiciclo de la tensión de linea. La frecuencia mínima, cuando la temperatura del agua alcanza la deseada, es cero o muy baja, ya que la tensión de disparo del PUT se establece en  $V_{cc} + 0,7 \text{ V}$  y el capacitor C1 nunca llega a cargarse a ese valor por lo que no se produce el cebado de la compuerta del Triac y no se disipa potencia en la resistencia calefactora.

Cuando se enciende el dispositivo y se establece la temperatura de referencia, la resistencia calefactora entregará potencia proporcionalmente a la diferencia de temperatura del agua y la de referencia. Esta potencia irá disminuyendo a medida que el agua alcanza la temperatura establecida como referencia.

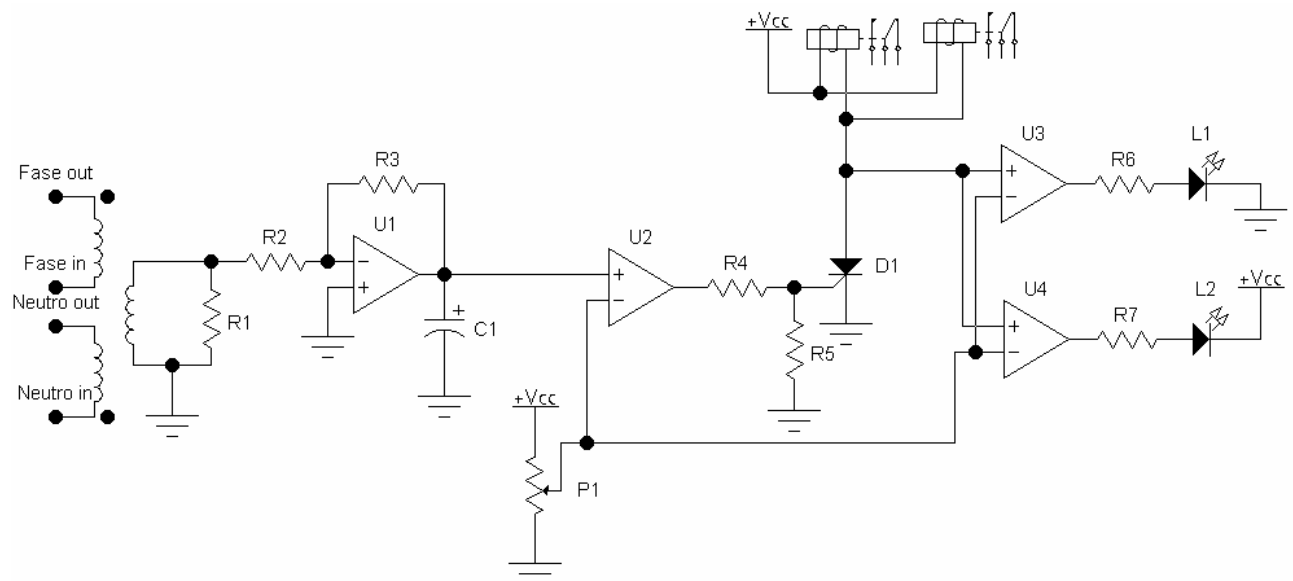


#### Lista de Componentes.

R1: 15 K $\square$     R2: 100  $\square$     R3 = R4: 10 K $\square$     R5 = R6: 400 K $\square$     R7 = R8 = R9 = R10 = 220 K $\square$   
 R11: 1 K $\square$     R12: 390 K $\square$     R13: 22 $\square$     R14: 180 K $\square$     R15: 1K $\square$     R16: 5,6 K $\square$     R17: 1500 W  
 C1: 100nF    P1: 470  $\square$     D1: 2N6027    D2: MAC 15    U1 = U2 = U3: OP07    U4: TL071  
 U5: LM741

### Detector de Corriente de Fuga a Tierra.

La corriente proveniente del suministro de energía pasa por el transformador de medición. El mismo está construido de tal forma que al pasar idénticas corrientes por sus dos devanados primarios, en el secundario no hay tensión inducida alguna. Si existiera diferencia de corrientes (corriente de fuga de fase a tierra o de neutro a tierra), en el devanado secundario aparecerá una tensión inducida proporcional a la corriente de fuga. Esta tensión será amplificada en el A.O. U1 aproximadamente mil veces, rectificada y posteriormente filtrada por C1. Seguido a esto, utilizamos un A.O. (U2) en configuración comparador donde es fijada la sensibilidad del dispositivo. En caso de que la corriente de fuga supere al dispuesta por P1, la salida del AO pasará a Vcc produciendo el disparo del SCR (D1) el cual comandará las bobinas de sendos contactores desconectando la carga de la red de alimentación. Cabe recordar que el SCR permanecerá cebado incluso después de desaparecido la corriente de fuga. Como dispositivos de visualización se han colocado un led rojo (L1) para indicar falla y un led verde (L2) que indica un correcto funcionamiento.



Lista de componentes.

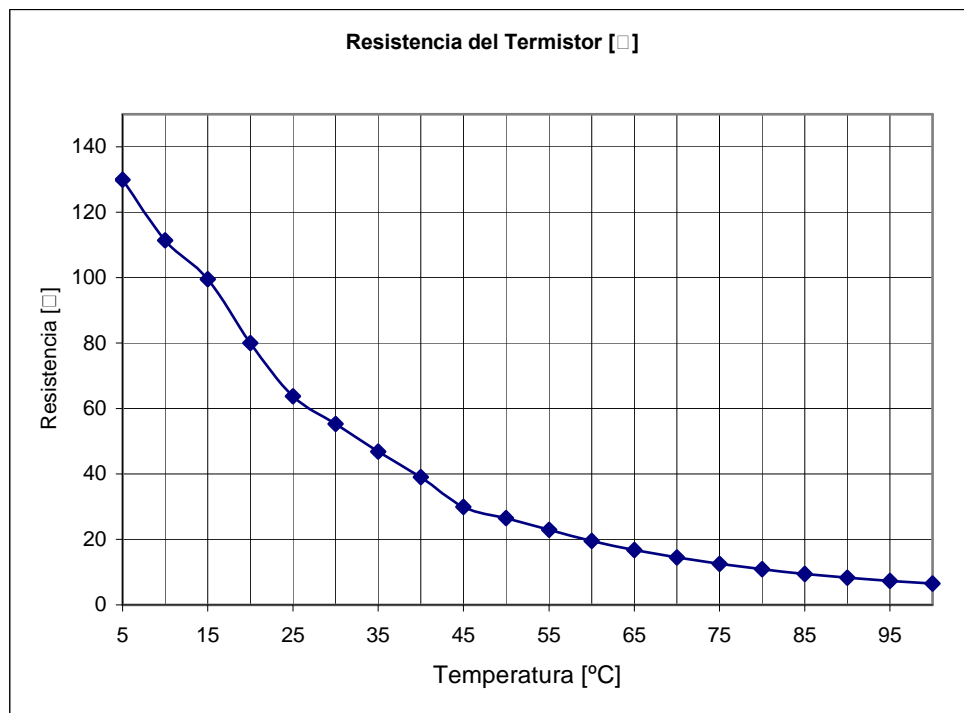
R1: 120  $\Omega$     R2: 1 K $\Omega$     R3: 1 M $\Omega$     R4: 1 K $\Omega$     R5: 100 $\Omega$     R6 = R7: 390  $\Omega$   
C1: 330  $\mu$ F    P1: 5 K $\Omega$     D1: TIC 106C    L1: led rojo    L2: led verde  
U1 = U2 = U3 = U4: LM324

En principio se intentó realizar la medición de temperatura con un termistor NTC que formaría parte de un puente de Wheastone desde el cual se tomaría la tensión de disequilibrio entre la temperatura medida y la establecida como referencia.

Esta opción de descartó debido a la poca linealidad de la curva característica del termistor lo que impediría la implementación de un control proporcional.

Se adjunta la curva característica del termistor diferentes aproximaciones matemáticas.

Curva característica del Termistor



Aproximación de la curva característica del Termistor

