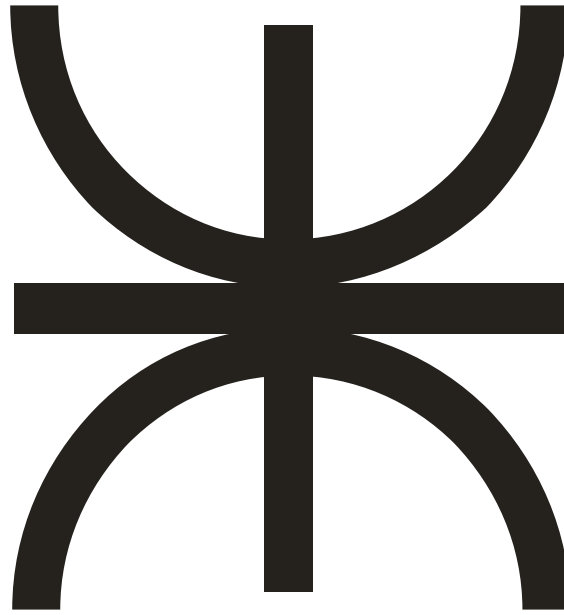


Universidad Tecnológica Nacional



Facultad Regional Córdoba

ELECTRÓNICA APLICADA II

J.T.P.: ING. OLMOS

CURSO 4 R 1

GRUPO:

- Besso Pianetto, Esteban Legajo: 40735
- Surbán, Pablo Legajo: 40739

AÑO 2002



NOMBRE	Año	HOJA
Esteban Besso Pianetto – Pablo Surbán	2002	1

Proyecto final

Protector para Motor Trifásico

Objetivos

Este dispositivo debe proteger al motor trifásico ante las siguientes circunstancias:

Ausencia de una de las fases:

Esta falla no saca de servicio al motor pero lo hace trabajar forzado y al cabo de un tiempo por calentamiento pierden la aislación las bobinas provocando la destrucción del motor.

Alta temperatura en la máquina:

Si por alguna causa (falta de mantenimiento, cortocircuito interno, etc.) el motor trabaja a una temperatura nociva para su funcionamiento, deberá sacarlo fuera de servicio.

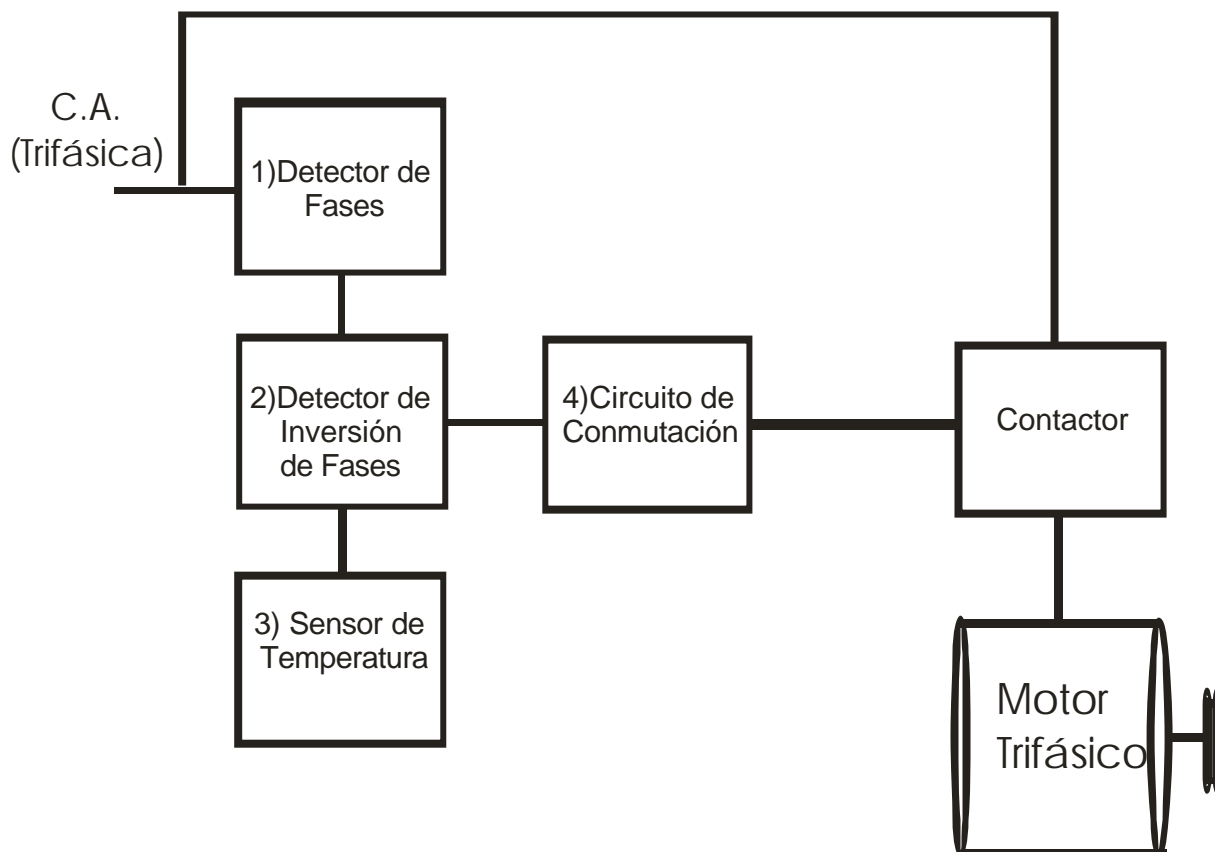
Este circuito censará los parámetros necesarios y será comandado mediante amplificadores operacionales. Al presentarse alguna de las circunstancias antes descriptas el circuito desconectará el motor

Inversión de fase

Al intercambiarse dos de sus fases cambia el sentido de giro del motor esto provoca el incorrecto funcionamiento de la máquina. Para evitar esto al intercambiarse cualquiera de las fases este circuito desconectará el motor.



Diagrama en bloques



Descripción y funcionamiento

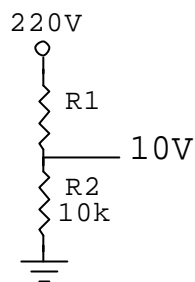
Bloque 1: Detector de fases

Tomamos una muestra de tensión de cada fase utilizando un divisor resistivo. Conectamos la masa del circuito al neutro de la línea trifásica con lo que sabemos que entre masa y cada una de las fases tenemos 220 V.

Con estos datos calculamos un divisor resistivo para tomar una muestra de 10 V por fase.



NOMBRE	Año	HOJA
Esteban Besso Pianetto – Pablo Surbán	2002	3



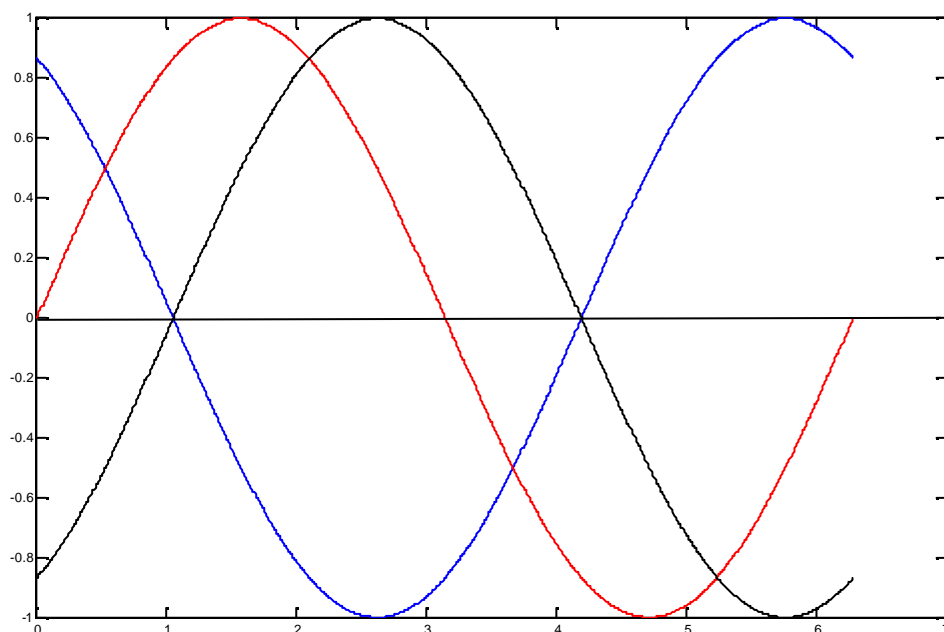
$$R_2 = 10 \text{ k}\Omega \Rightarrow R_1 = \frac{220-10}{10} \times 10 \text{ K}\Omega = 210 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 \approx 220 \text{ K}\Omega$$

Con estos valores obtenemos una V_i

$$V_i = \frac{220}{R_1 + R_2} \times 10 \text{ K}\Omega = 9,56 \text{ V}$$

El principio que utilizaremos para detectar la falta de alguna de las fases es sumarmas a las tres, ya que al estar desfasadas 120° entre sí la suma de estas a cada instante nos dará 0 V:



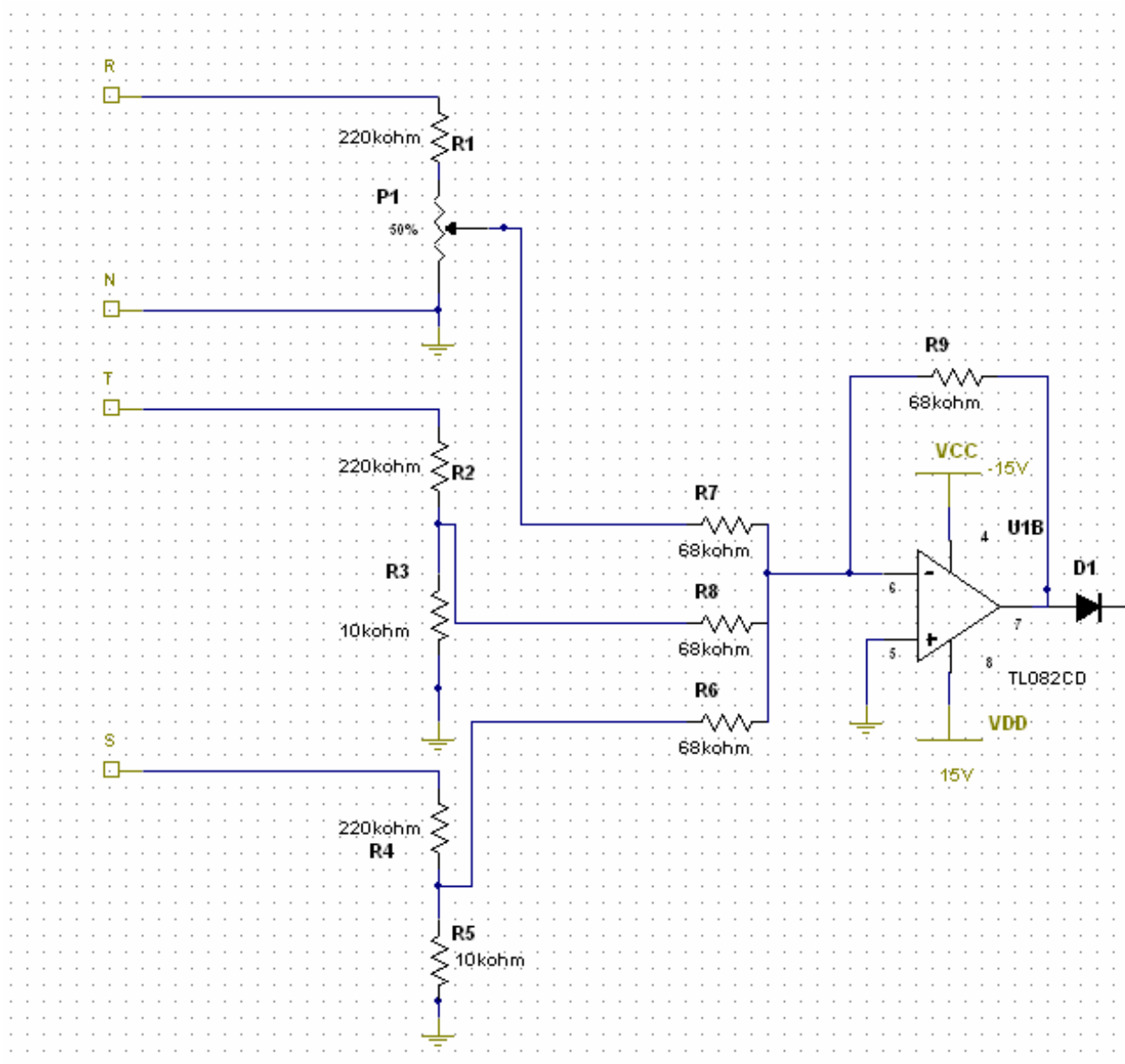


NOMBRE	Año	HOJA
Esteban Besso Pianetto – Pablo Surbán	2002	4

Ante la ausencia de una de las fases esta suma nos dará un valor distinto de cero, con esa salida excitaremos el circuito de conmutación para cortar la alimentación del motor.

Este sumador lo construimos con ganancia unitaria por lo que:

$$R_6 = R_7 = R_8 = R_9 = 68K\Omega$$



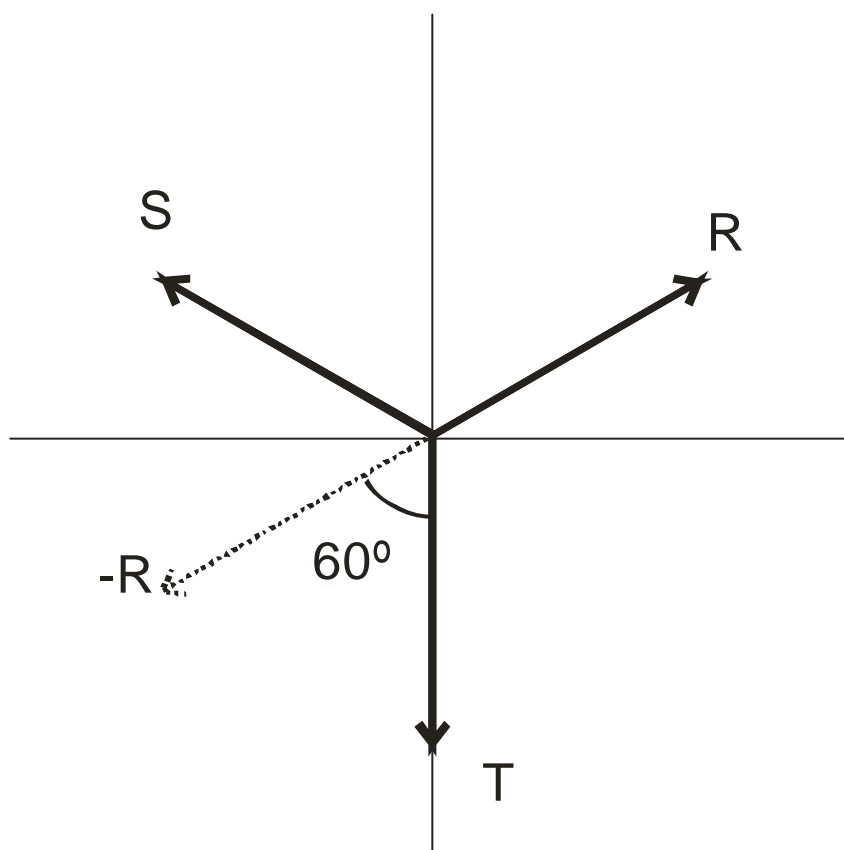
A la salida la rectificamos para enviarla al circuito de conmutación.



Bloque 2: Detector de inversión de fases

Para este circuito tomamos en cuenta dos fases ya que para invertir el giro del motor siempre alteraremos una de estas.

Entre cada una de las fases hay 120° como se muestra en el diagrama fasorial:



Del diagrama fasorial deducimos que para igualar en fase R y T debemos retrasar R 240° . Poniendo en fase R y T e igualando sus niveles de tensión su resta nos tiene que dar cero.

Para desfasar R primero la pasamos por un amplificador inversor de ganancia unitaria, con lo que conseguimos retrasarla 180° a la salida de este a través de un circuito RC (ajustable) le añadimos un retraso de 60° . De esa manera conseguimos que quede en fase con T.



NOMBRE	Año	HOJA
Esteban Besso Pianetto – Pablo Surbán	2002	6

Cálculo de la constante de tiempo:

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$T = 20 \text{ mS}$$

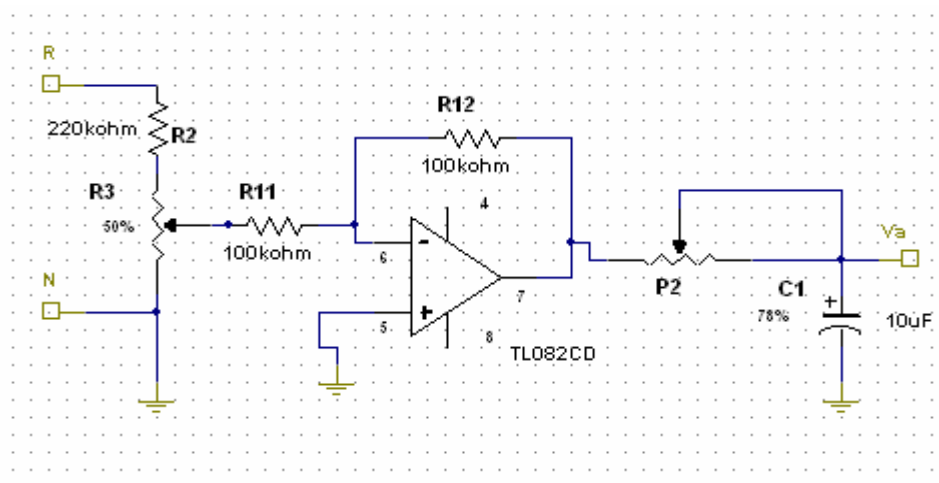
$$360^\circ \Rightarrow 20 \text{ mS}$$

$$60^\circ \Rightarrow 3,3 \text{ mS} = R \times C$$

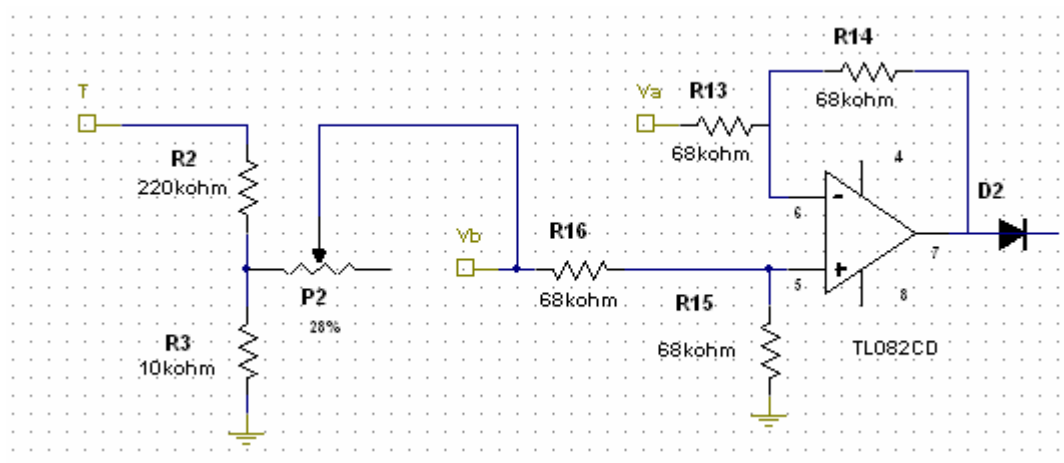
$$\text{Si } C = 10 \text{ mF}$$

$$R = \frac{3,3 \text{ mS}}{C} = 333,3 \Omega$$

Colocamos en lugar de R un preset de 2K2 para poder ajustarlo



A la salida del desfasador la inyectamos a un amplificador diferencial de ganancia unitaria.





NOMBRE	Año	HOJA
Esteban Besso Pianetto – Pablo Surbán	2002	7

$$R_{14} = R_{13} = R_{15} = R_{16} = 68K\Omega$$

$$V_o = (V_b - V_a) \times \frac{R_{14}}{R_{13}} = (V_b - V_a)$$

En serie V_t colocamos un preset de 220K? para ajustar la amplitud de la fase a restar, obteniendo V_b . A la salida del restador lo rectificamos para excitar el circuito de conmutación.

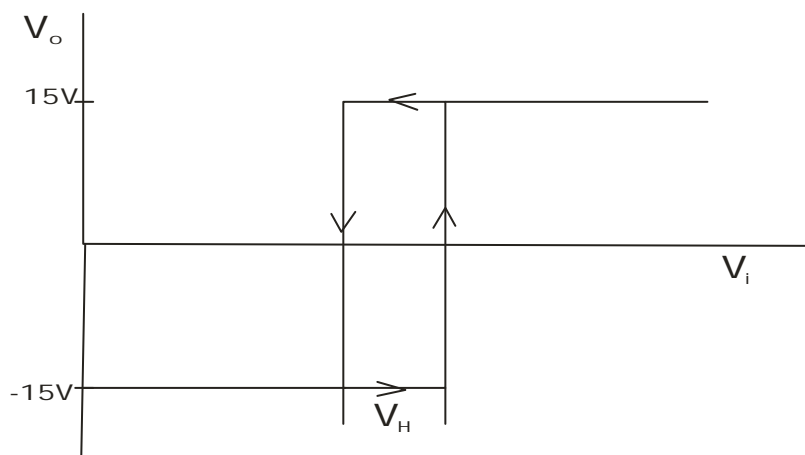
Bloque 3: Sensor de temperatura

Para sensar la temperatura a la que esta trabajando el motor utilizamos un termistor NTC cuya resistencia a temperatura ambiente es de 3 K? y a 80° C (temperatura máxima de trabajo del motor) presenta una resistividad de 2 K? .

Con estos datos construimos un divisor resistivo con el cual transformamos variaciones de temperatura en variaciones de tensión. A esas variaciones las ingresamos a un comparador regenerativo (de schmitt).

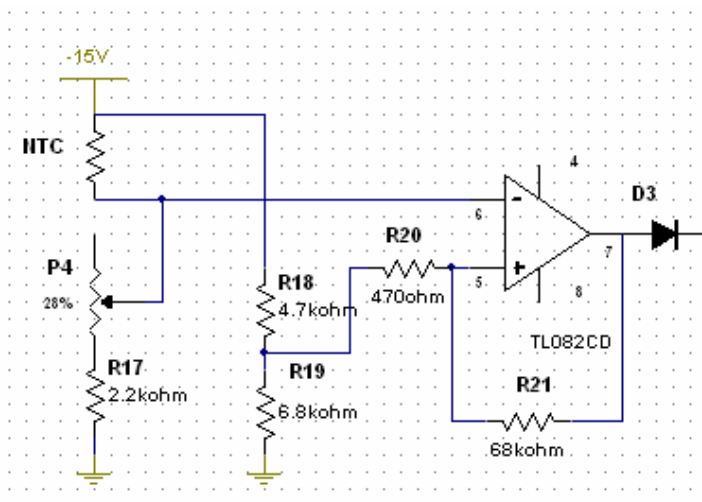
Este circuito tiene como característica que su salida por debajo de la tensión de referencia es de -15V (en este caso) y por encima de la tensión de referencia es de +15V. Al superar su tensión de referencia y conmutar a +15 V para que vuelva a su estado anterior debe tener una tensión menor a la de referencia.

La diferencia de tensión entre la tensión de referencia y la tensión a la que vuelve a su estado anterior se denomina V_H (tensión de ventana).





NOMBRE	Año	HOJA
Esteban Besso Pianetto – Pablo Surbán	2002	8



$$V_{ref} = -8V$$

$$V_o = 15V$$

$$V_H = 0,2V$$

$$R_{21} = 68K\Omega$$

$$V_H = \frac{2R_{19} \times V_o}{R_{19} + R_{21}} \Rightarrow R_{19} = \frac{R_{21}}{2 \frac{V_o}{V_H} - 1}$$

$$R_{19} = 456\Omega \approx 470\Omega$$

A temperatura de corte :

$$R_{NTC} = 2K\Omega$$

$$V_{CC} = -15V$$

$$V_D = -9V \left(\text{tensión de disparo} \right)$$

$$R_{17} + P_4 = \frac{V_D}{V_{cc} - V_D} \times R_{NTC} = 3K\Omega$$

Utilizamos $R_{17} = 2,2 K\Omega$ y $P_4 = 2,2 K\Omega$

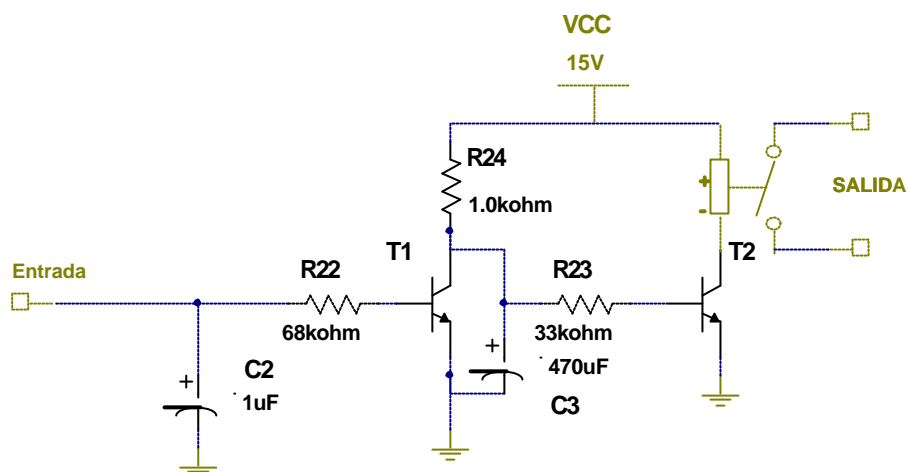
Cuando el motor alcanza $80^\circ C$ (temperatura nociva para este) el termistor NTC disminuye su resistividad de tal forma que la tensión en el divisor resistivo supera la tensión de referencia haciendo que el comparador conmute su salida. Este volverá a activarse cuando disminuya su temperatura muy por debajo de los $80^\circ C$.

A la salida la enviamos al circuito de conmutación a través de un diodo.



NOMBRE	Año	HOJA
Esteban Besso Pianetto – Pablo Surbán	2002	9

Bloque 4: Circuito de conmutación



El circuito tiene como misión conmutar un relay ante la presencia de una tensión positiva en su entrada. Utilizamos 2 transistores para asegurar el disparo.

Sin tensión en la base de T_1 este permanece cortado y T_2 permanece en conducción a través de R_{23} y R_{24} . Al aparecer una tensión positiva en la entrada del circuito de disparo (base de T_1 a través de R_{22}) T_1 conduce poniendo al corte a T_2 .

C_3 se coloca para evitar falsos disparos ante pulsos muy breves.

T_2 comanda un relay inversor a la salida del cual se conectan los comandos del contactor.

Cálculo de R_{22} y R_{23} :



NOMBRE	Año	HOJA
Esteban Besso Pianetto – Pablo Surbán	2002	10

$$b_{\min} = 100(BC547B)$$

$$R_{\text{relay}} = 400\Omega$$

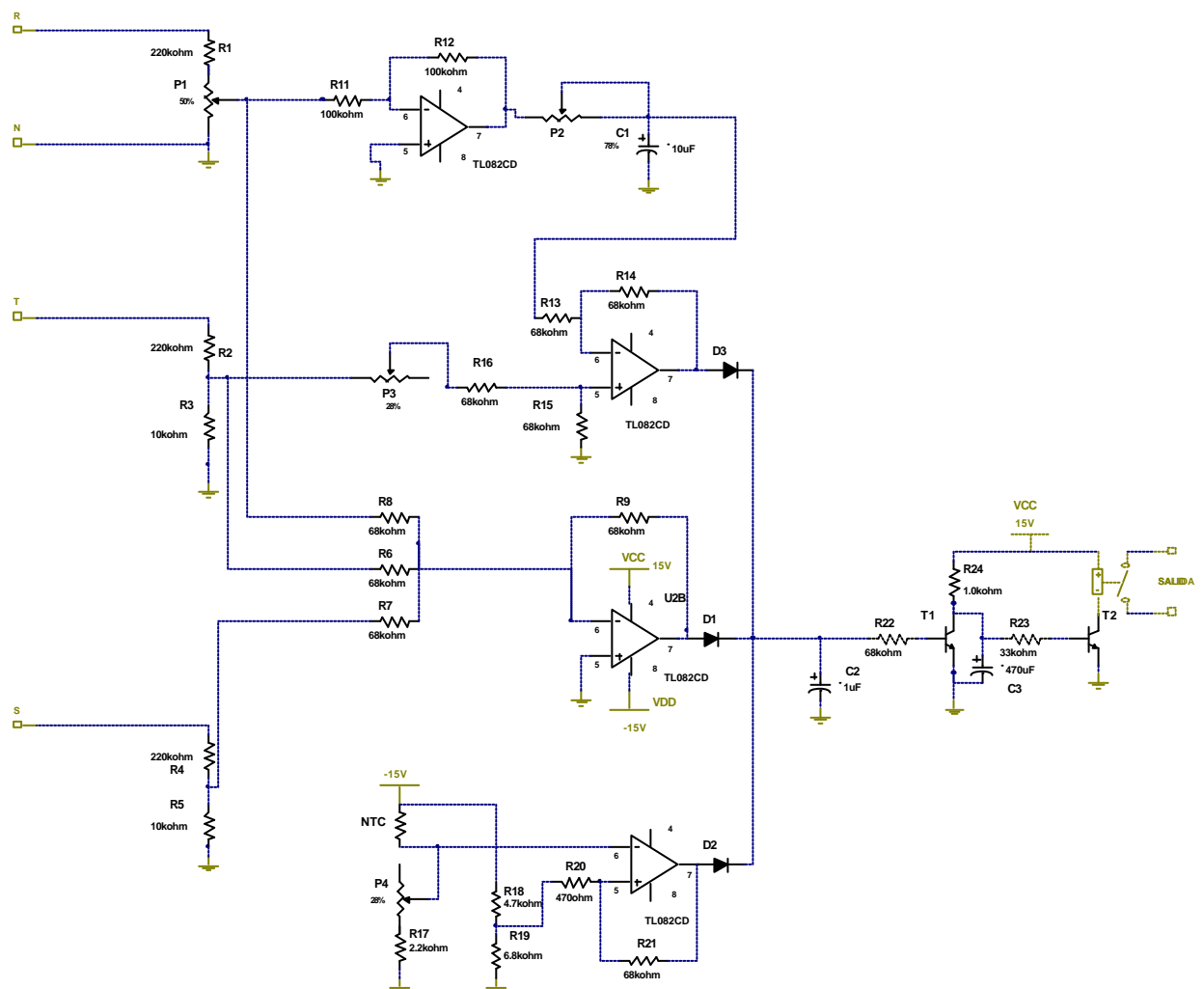
$$R_{22} \leq R_{24} \times b_{\min} \approx 1K\Omega \times 100 = 100K\Omega$$

$$\text{Valor elegido} \rightarrow R_{22} = 68K\Omega$$

$$R_{23} \leq R_{\text{relay}} \times b_{\min} \approx 0,4K\Omega \times 100 = 40K\Omega$$

$$\text{Valor elegido} \rightarrow R_{23} = 33K\Omega$$

Esquema circuital completo:





NOMBRE	Año	HOJA
Esteban Besso Pianetto – Pablo Surbán	2002	11

Conclusión:

Se eligió utilizar para este proyecto final el amplificador operacional TL082 por su bajo nivel de tensión de offset ya que si este fuera alto provocaría disparos imprevistos del circuito de conmutación.

El circuito como fue proyectado funcionó en la práctica, solo tuvimos que calibrar los preset.

El único cálculo que difirió mucho en la práctica fue la tensión de ventana del comparador regenerativo que en vez de ser de 0,2V, fue de 1V. En este circuito pudimos encontrar una aplicación del amplificador operacional realimentado positivamente.

Este práctico nos sirvió para comprobar de manera práctica el uso de circuitos estudiados durante el año e investigar otras configuraciones.