

# APUNTES

## ELECTRÓNICA DE POTENCIA

8-1-2015

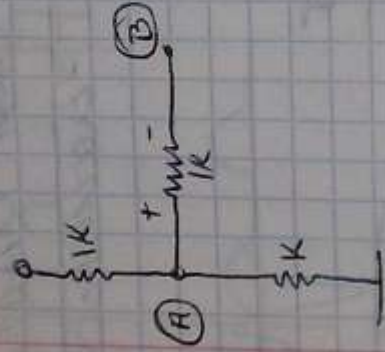
PROFESOR : MANUEL SORIANO

JOSE ALFREDO MARTINEZ PEREZ

UACM

ISEI

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA



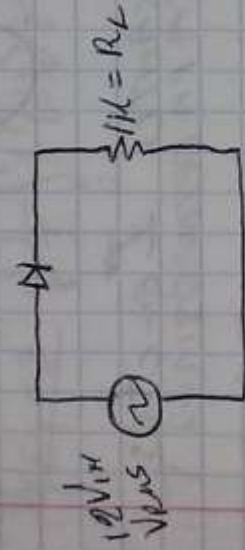
$$V_A = \dot{S} = 3V$$

$$V_B = \dot{S}$$

$$V_{AB} = V_A - V_B = IR$$

$$V_A - V_B = (1k)(0)$$

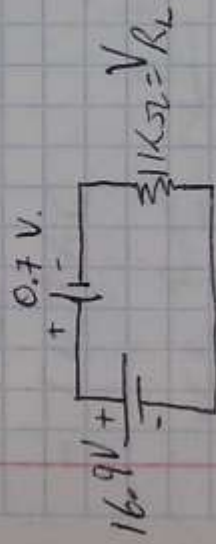
$$V_A = V_B$$



$$V_p = \sqrt{2} V_{rms}$$

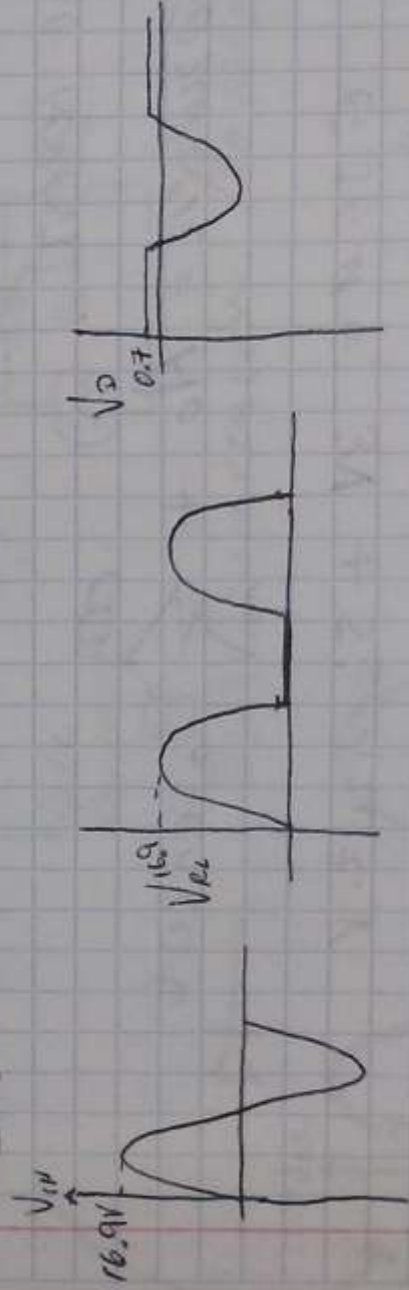
$$V_p = \sqrt{2} (12 V_{rms})$$

$$V_p = 16.9V$$



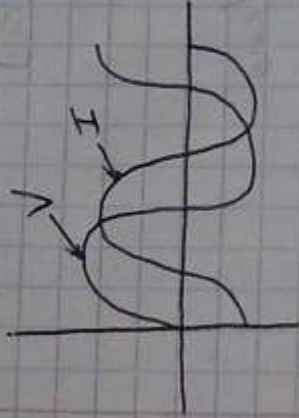
$$-16.9V + 0.7V + V_{RL} = 0$$

$$V_{RL} = 16.02V$$



Carga Resistiva

- RESISTENCIA
- BUCINA
- CALENTADOR
- PLANCHA
- FOCO



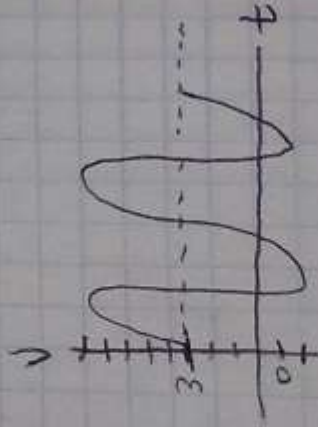
Atraso I en Ctos  
INDUCTIVOS

- EDISON } Ver VIDEO.
- TESLA }

- DC FOREST

$$FOURIER = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} B_n \sin n\omega t$$

$$E_{JEM} = 3V + 5 \sin \omega t V$$

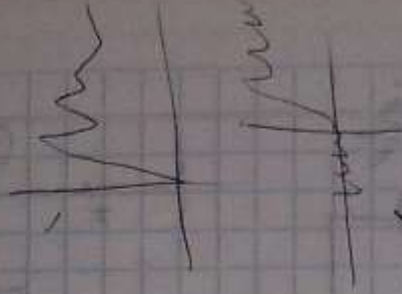


Carga Inductiva

- MOTOR INDUCCION
- RELEVADOR
- ELECTROIMAN
- TRANSFORMADOR



ADELANTO I en Ctos.  
CAPACITIVOS



Carga Capacitiva

- ELECTROSHOCK.



$V_{\text{VALOR PROMEDIO}} = V_{\text{AVG}} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$

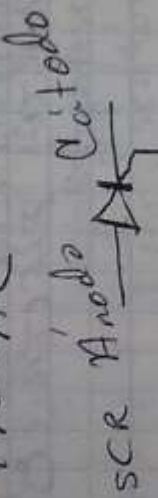
VALOR RMS

$V_{\text{EFICAZ}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f^2(t) dt}$

Thyristores

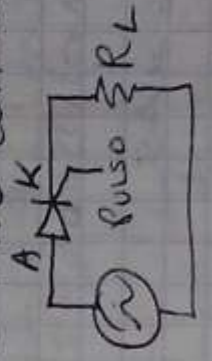
- SCR

- TRIAC

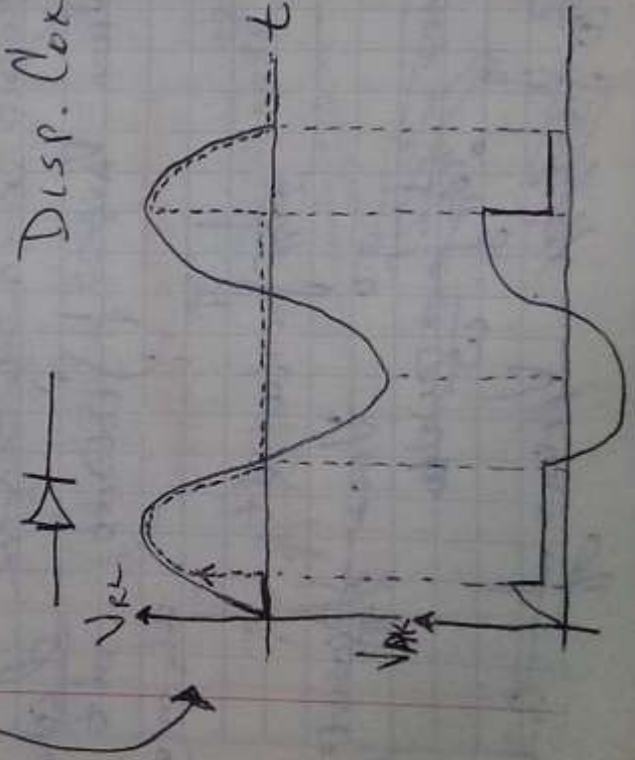


Gate  
Compuerta.

Dispositivo conmutación forzada



Disp. Conmutación NATURAL



# INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS EN SIST. ELECT.

BAICELLS, DAURO, ESPARZA, PAKLÁS

SERIE MUNDO ELÉCTRICO

Ed. Alfaomega, Marcombo.

## APLICACIONES

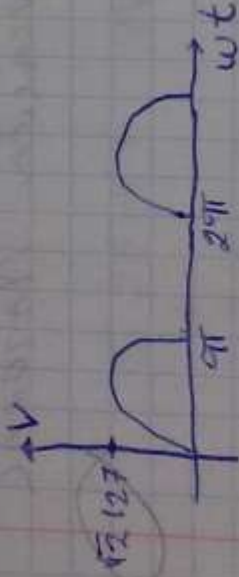
- CONTROL DE TEMPERATURA
- CONTROL DE ESTACIONES
- HORNOS

- CONTROL DE MOTORES
- ROBOTS
- ELEVADORES
- CAMINADORAS
- AIRE ACONDICIONADO
- CNC
- ESCALERAS ELÉCTRICAS
- VENTILADOR
- HERMÉTICAS
- TRANSPORTE ELÉCTRICO.
- MAQUINARIAS

## LUMINOSIDAD - LEDs.

### PROBLEMAS

ENCUENTRAR EL VALOR MEDIO DE LA SIG. DENTRÁ



$$V_{prom} = V_{avg} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin(\omega t) dt = -\frac{d \cos \omega t}{dt} \Big|_0^{2\pi} = 0$$

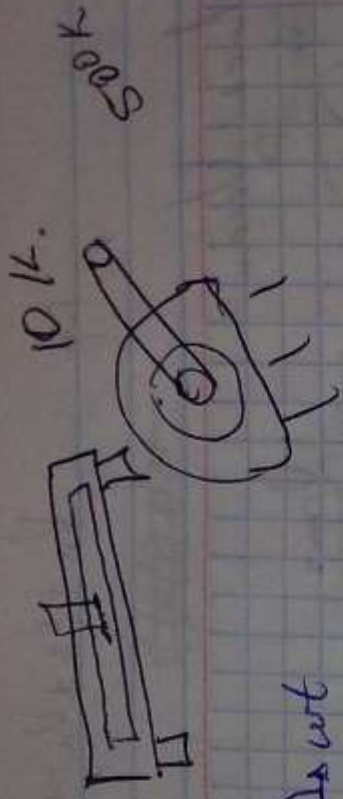
$$V_{prom} = \frac{V_m}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin(\omega t) dt = \frac{V_m}{2\pi} [-\cos \omega t]_0^{2\pi} = \frac{V_m}{2\pi} (-\cos 2\pi + \cos 0) = \frac{V_m}{2\pi} (-1 + 1) = 0$$

$\sin(\omega t)$

$$\frac{d \sin \omega t}{d \omega t} = \cos \omega t$$

$$V_{prom} = \frac{V_m}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin(\omega t) dt = \frac{V_m}{2\pi} [-\cos \omega t]_0^{2\pi} = \frac{V_m}{2\pi} (-\cos 2\pi + \cos 0) = \frac{V_m}{2\pi} (-1 + 1) = 0$$

$$V_{prom} = \frac{1}{\pi} = 0.31 V$$



$$V_{\text{prom}} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin \omega t \, d\omega t = \frac{1}{\pi} [-\cos \omega t + \cos \omega t] \Big|_0^{\pi}$$

$$= \frac{1}{\pi} [-\cos(\pi) + \cos(0)] = 0.62 \text{ V}$$

Calcula el valor eficaz (rms) de una señal de rectificación de  $\frac{1}{2}$  onda.  
Solución.

$$V_{\text{eficaz}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f^2(t) \, dt}$$

$$V_{\text{eficaz}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin^2 \omega t \, d\omega t} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left[ \frac{\omega t}{2} - \frac{1}{4} \sin 2\omega t \right] \Big|_0^{2\pi}} = \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \sin 4\pi}$$

$$V_{\text{eficaz}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left( \frac{2\pi}{2} \right)} = \sqrt{\frac{\pi}{4\pi}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = 0.5$$

TAREA 1

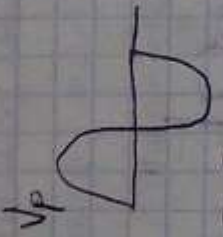
PARA EJERCITAR

ESTA Y LA OTRA

$$V_D + V_Z + V_R = 0$$

$$V_{med} = V_{prom} =$$

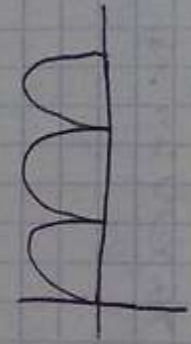
$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} \rightarrow V_{med} = V_{prom}$$



CONTINUA



$$0.5 V_p \rightarrow \frac{1}{\pi} = 0.31$$



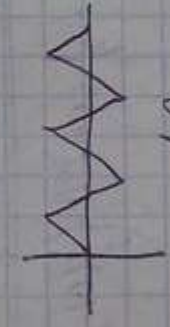
$$0.707 V_p \rightarrow \frac{2}{\pi} = 0.62$$



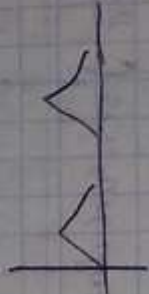
$$V_{prom} = 0$$



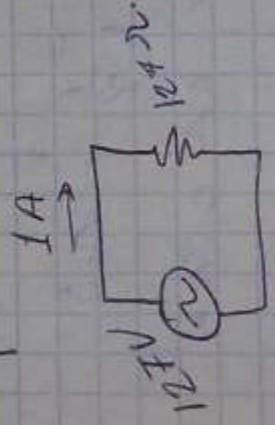
$$V_{prom} \neq 0$$



$$V_{prom} = 0$$

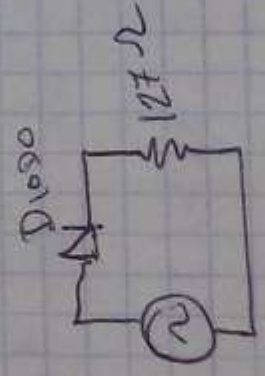


$$V_{prom} \neq 0$$



$$V = RI \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} P_i = VI = 127W$$

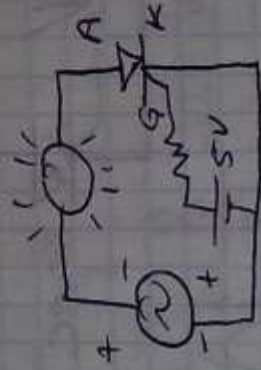
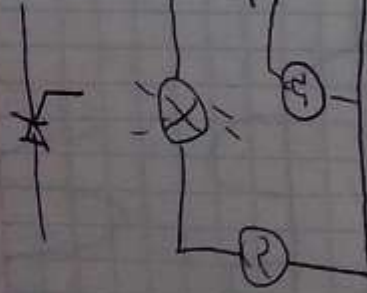
$$I = \frac{V}{R}$$



$$P_2 = \frac{1}{\sigma} P_1$$

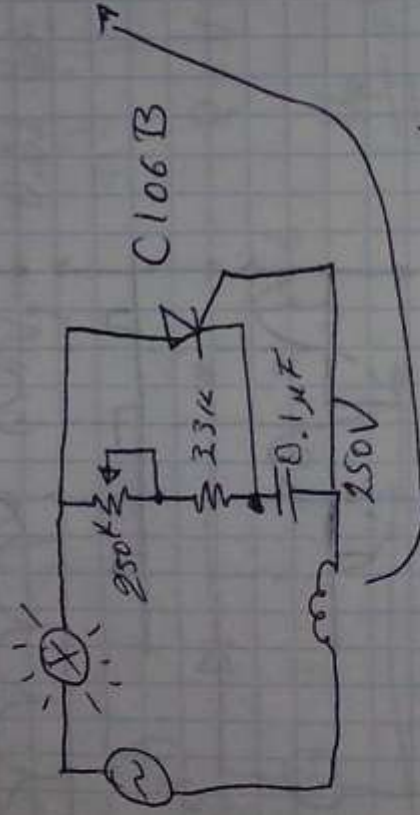
CONTINUA =  $V_{rms}$   
DIRECTA =  $V_{prom}$

# SCR



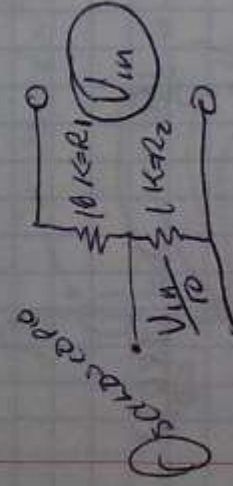
Alambre 18  
CABLE 18

40 vueltas alambre  
 cobre 18 AWG.



$$\frac{V_u}{10} = V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

- MASKING TAPE
- CABLE
- EXTENSION.



$$R_1 + R_2 = 10 R_2$$

$$R_1 = 9 R_2$$

$$R_2 = \frac{R_1}{9}$$

S,  $R_1 = 10K$

$$R_2 = \frac{10K}{9}$$

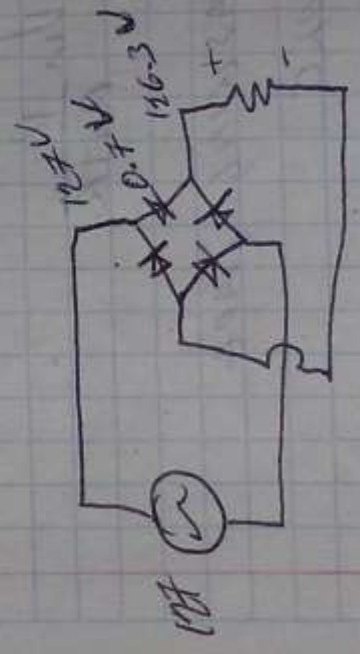
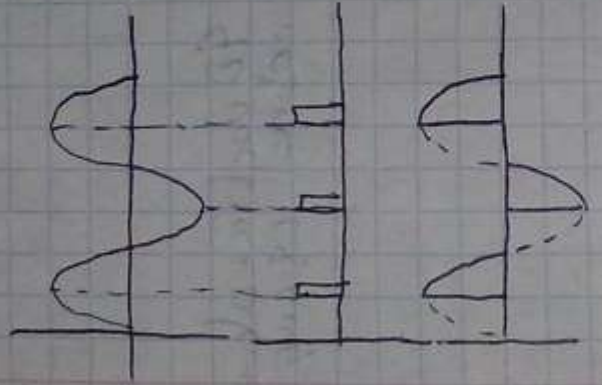
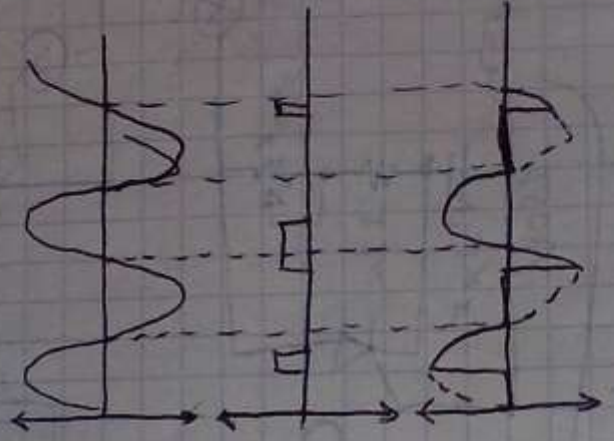
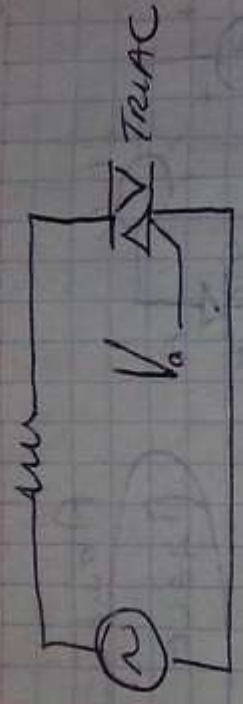
$$R_2 = 1.11K\Omega$$

Divisor

zauferk@hotmail.com  
 Frank Gero



2023

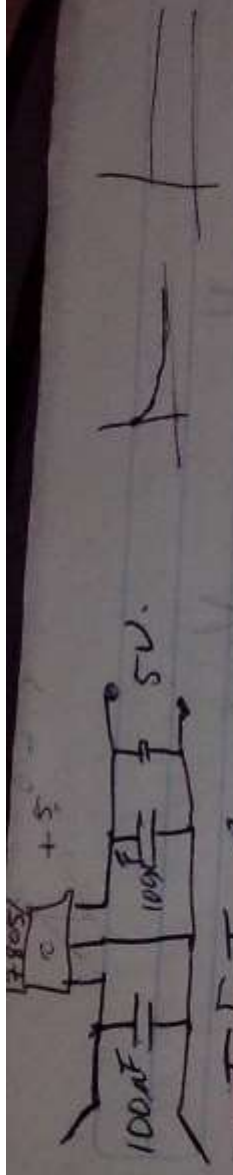


$$\frac{\pi}{3} = \frac{180}{\gamma}$$

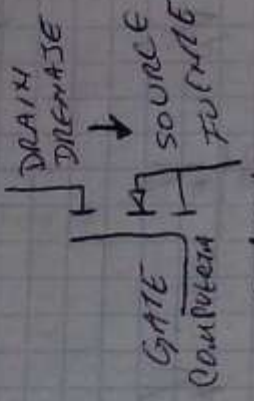
$$\gamma = \frac{(180)3}{\pi} =$$

*[Faint handwritten notes and diagrams in the background, including a large triangle and various mathematical expressions.]*

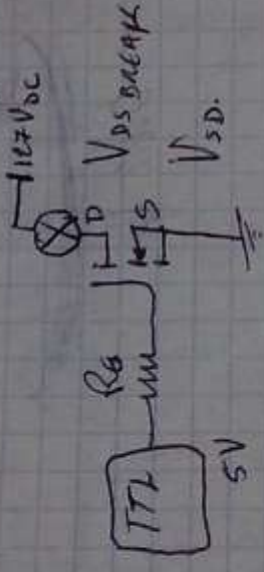




FLT



MOSFET

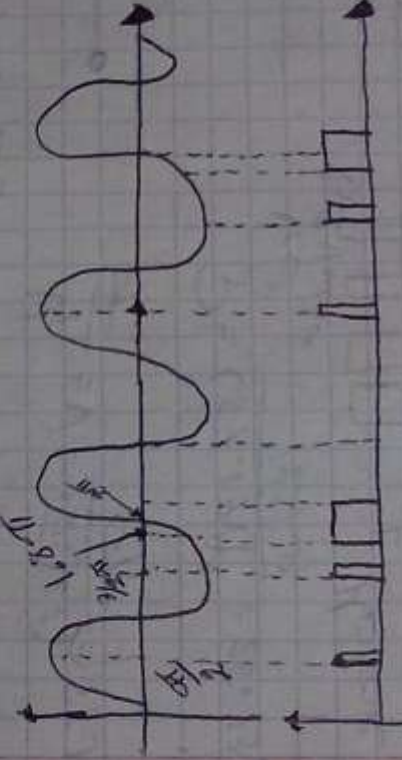


TAREA. 2

$$V_{p,avg} = V_{avg}$$

$$= \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f^2(t) dt}$$



SCR



TRIAC

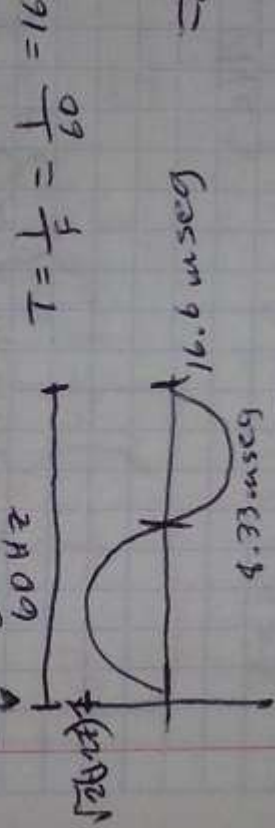
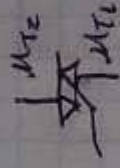


Input Signals

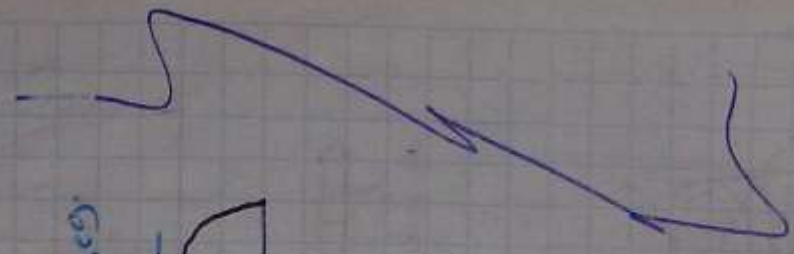
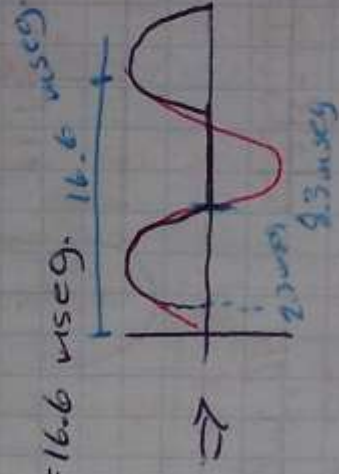
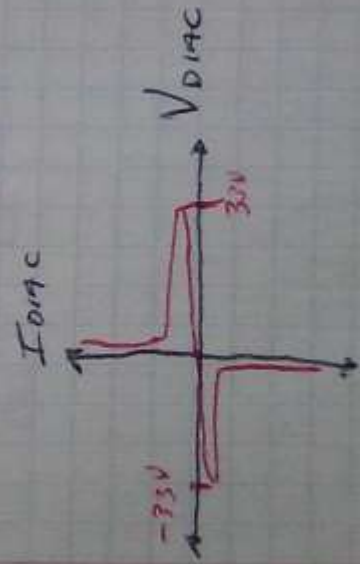
$$V_{R_{om}} = \frac{1}{40\pi} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \sin(\omega t) d\omega t + \int_{\frac{3\pi}{2}}^{\frac{5\pi}{2}} \sin(\omega t) d\omega t + \int_{\frac{7\pi}{2}}^{\frac{9\pi}{2}} \sin(\omega t) d\omega t$$

$$= \frac{1}{40\pi} \left[ -\cos(\omega t) \right]_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} - \frac{1}{40\pi} \left[ -\cos(\omega t) \right]_{\frac{3\pi}{2}}^{\frac{5\pi}{2}}$$

$$= \frac{2}{40\pi} = \frac{1}{20\pi}$$



DIAC (DB3)

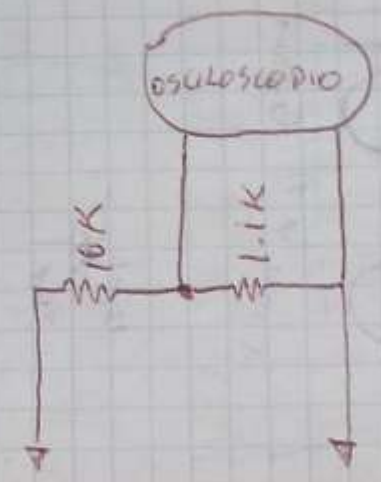
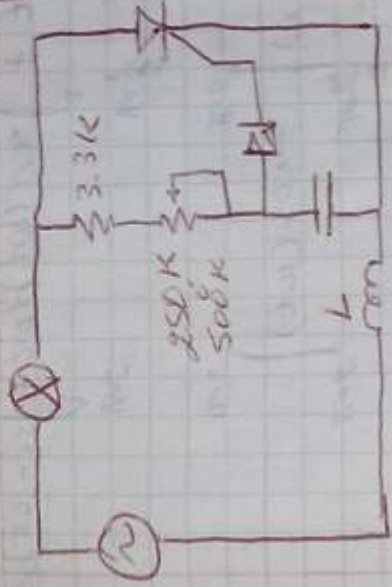


3402 LABORATORIO

C106B4

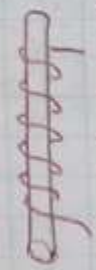


- L FOCO 60 W
- C106B (SCR)
- DB3 (DIAC)
- RESISTENCIA 3.3K ( $1/4$  W ó  $1/2$  W)
- POTENCIÓMETRO 250K ó 500K
- CONDENSADOR DE 0.1  $\mu$ F 250V
- CAPACITOR

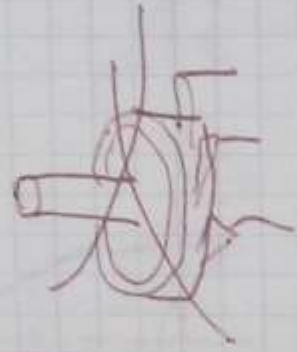


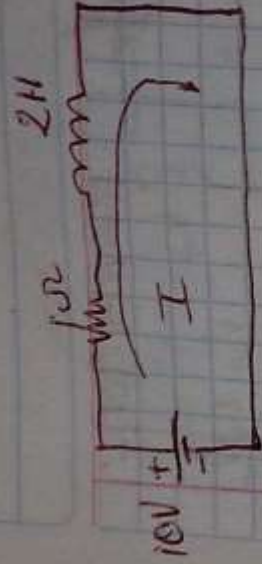
- CLAVIJA (XRAYIJA)
- MASQUINA TAPE
- MULTICONTACTOS
- CABLE CON CLAVIJA
- CARUCHONES PARA UNICABLE
- CINTA DE AISLAR
- Goggles

40 voltas.



ALAMBRE MAGNETO CALIBRE 31





$$Z = R + j\omega L$$

$$Z = R + j\frac{1}{\omega C}$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$V = IR \quad R = Z \quad I = \frac{V}{R}$$

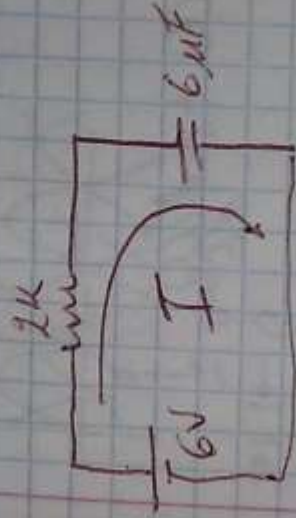
$$I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{j\omega L}$$

$$Z = R + j\omega L$$

$$Z = 1\Omega + j2\pi f(2H)$$

$$f = 0$$

$$I = \frac{V}{1\Omega + j(2\pi)(0)(2H)} = \frac{10V}{1\Omega} = 10A$$



$$I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{Z}$$

$$I = \frac{V}{R + j\frac{1}{\omega C}} =$$

$$Z = R + j\frac{1}{\omega C} = R + j\frac{1}{\infty(6\mu F)} = \infty$$

$$I = \frac{V}{\infty} = 0$$



$$I = \frac{V}{R} = \frac{V}{Z} \quad Z = R + j\omega L$$

$$I = \frac{V}{R + j\omega L} = V_c = L \frac{di}{dt}$$

$$Z = 100 \Omega + j(30 \text{ Hz})(0.8 \text{ mH}) = 100 \Omega + j24 \Omega (30 \text{ Hz})(0.8 \text{ mH})$$

$$Z = 100 \Omega + j0.15 = 100.15 \Omega$$

PARA PRÁCTICA 2 USAR MISMO CIRCUITO UTILIZAR EL TAPAC. B7136

[www.agelectronica.com](http://www.agelectronica.com).



$$V_{in} = R i(t) + L \frac{di(t)}{dt}$$

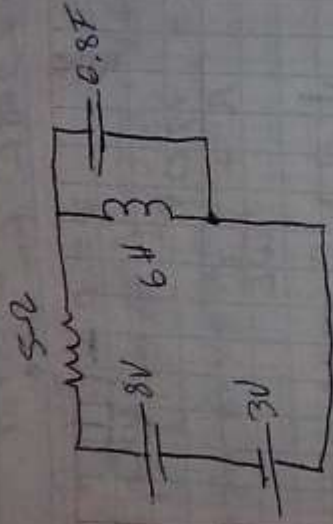
3 → FUSO  $V_L = L \frac{di}{dt}$

→ ESQUEMA  $V_C = \frac{1}{C} \int i(t) dt$



$$V_{in} = R i(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i(t) dt$$

$$\frac{dV_{in}}{dt} = R \frac{di(t)}{dt} + L \frac{d^2 i(t)}{dt^2} + \frac{1}{C} i(t)$$



$$I = \frac{5V}{5\Omega} = 1A$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

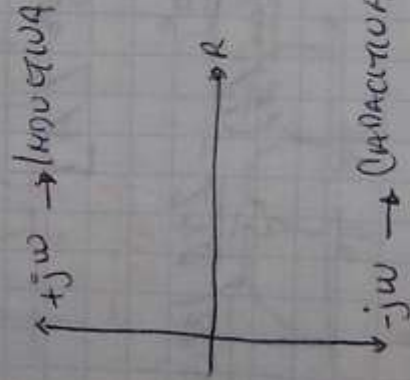
$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{X}{R} \right)$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{|Z| \angle \theta}$$

$$I = \frac{V}{|Z|} \angle -\theta$$



$$\cos(\theta) = \cos \theta = F.P. = \text{Factor de Potencia}$$

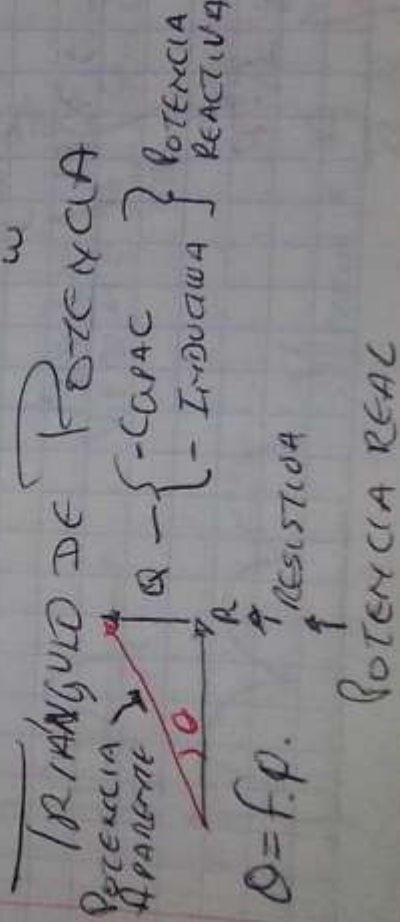


$$X_L = 2\pi f L$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$Z = R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}$$

$$Z = R + j\omega L - j \frac{1}{\omega C}$$







$$\omega = 2\pi f \quad f = 60\text{Hz}$$

$$I = \frac{V}{Z} \quad Z = R + j\frac{1}{\omega C}$$

$$I = \frac{120\text{V}}{R + j\frac{1}{\omega C}}$$

$$v_c = \frac{1}{C} \int i(t) dt$$

$$I =$$

$$v_c =$$

$$V_R =$$

$$P_R =$$

$$P_Q =$$

$$S =$$

$$Z = R + \frac{1}{j2\pi f C} = 2 - j1$$

$$Z = \sqrt{2^2 + 1^2} \angle \tan^{-1}\left(\frac{-1}{2}\right)$$

$$Z = \sqrt{5} \angle -26.5^\circ$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{120 \angle 0^\circ}{\sqrt{5} \angle -26.5^\circ} = 53.81 \angle 26.5^\circ \text{ [A]}$$

$$V_R = \frac{V}{R} \left( R - j\frac{1}{2\pi f C} \right) = \frac{120 \angle 0^\circ}{2 - j1} = \frac{120 \angle 0^\circ}{\sqrt{2^2 + 1^2} \angle \tan^{-1}\left(\frac{-1}{2}\right)} = \frac{120}{\sqrt{5}} \angle 26.5^\circ$$

$$V_c = \frac{V \cdot Z_c}{R + Z_c} = \frac{[120 \angle 0^\circ] [1 \angle -90^\circ]}{2 - j1}$$

$$V_c = \frac{120 \angle -90^\circ}{\sqrt{5} \angle -26.5^\circ} = 53.81 \angle -63.44^\circ$$

$$P = V \cdot I = \frac{V^2}{R} = I^2 \cdot R$$

Potencia de consumo (TOTAL)

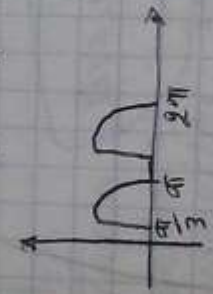
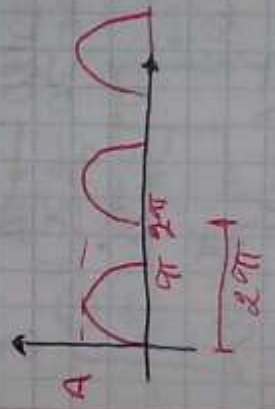
$P = VI$

$P = (120 \angle 0^\circ) \times (53.81 \angle 26.5^\circ)$

$S = P = 6.45 \text{ kVA} \angle 26.5^\circ$

$\cos(26.5) = \frac{C}{h}$

HOJA MATEMÁTICA.



$P = P = P$   
 POTENCIA APARENTE  $[V \cdot A] = S$   
 f.p.  $= \cos \theta = \cos(26.5^\circ)$   
 f.p.  $= 0.89449$

POTENCIA REACTIVA  $[VAR] = Q$   
 POTENCIA REATIVA (Capacitor)  $[VAR] = Q$   
 POTENCIA REATIVA (Inductor)  $[VAR] = Q$

POTENCIA REACTIVA (Capacitor)  $[VAR] = Q$   
 POTENCIA REACTIVA (Inductor)  $[VAR] = Q$

$V_{prom} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} A \sin(\omega t) d\omega t$

$V_{prom} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} A \sin \omega t d\omega t$

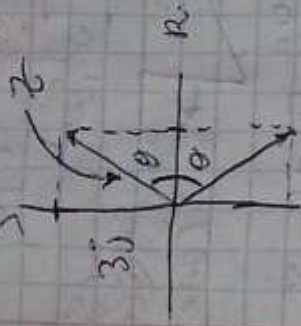
$V_{prom} = \frac{A}{\pi} \int_0^{\pi} \sin \omega t d\omega t$

$V_{prom} = A \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sin \omega t d\omega t$

$(f(\omega t) = \sin \omega t)$

Zawtek@hotmail.com

Impedância

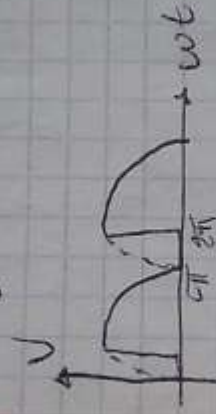


$$I = \frac{V \angle 0^\circ}{Z \angle \pm \theta} = I_x \angle \pm \theta$$



$$a \pm jb$$

$$\frac{2 + 3j}{2 - 3j}$$



$$\alpha = 30^\circ$$

$$V_{\text{mean}} = \frac{1}{T} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2}(127) \sin \omega t \, d\omega t$$

$$V_{\text{mean}} = \frac{\sqrt{2}(127)}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sin \omega t \, d\omega t$$

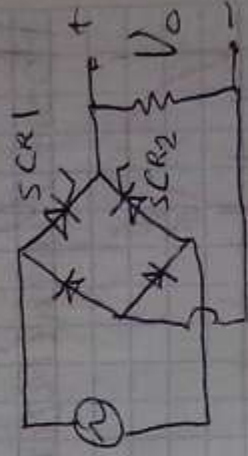
Resistência Tipo Externa

Si  $V_{\text{mean}} = 50V$

@ UM RECTIF CONTROLADO DE Onda COMPLETA.

QUANTO VALE  $\alpha$ ?

$$V_{\text{IN}} = 127 \text{ V}_{\text{RMS}}$$



$$\sqrt{2}(127)$$

$$180 \rightarrow \pi$$

$$30 \rightarrow \alpha$$

$$30^\circ = \pi/6$$

$$50 = \frac{\sqrt{2}(127)}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sin \omega t \, d\omega t$$

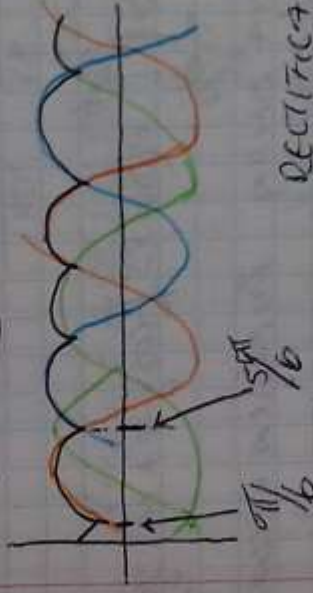
$$50 = -\sqrt{2} \frac{(127)}{\pi} \cos \omega t \Big|_{\alpha}^{\pi} = -\sqrt{2} \frac{(127)}{\pi} [-1 - \cos \alpha]$$

$$\frac{50\pi}{\sqrt{2}(127)} - 1 = \cos \alpha$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left[ \frac{50\pi}{\sqrt{2}(127)} - 1 \right]$$

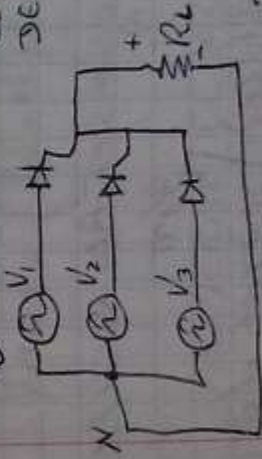
$$\alpha = \cos^{-1} (-0.1254)$$

$$\alpha = 97.204^\circ$$

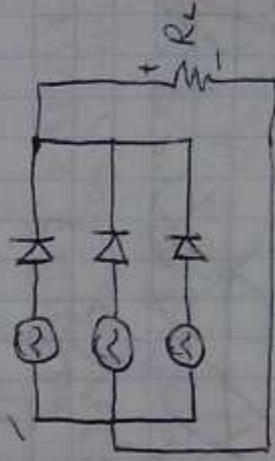


$$V_{no.m} = \frac{\sqrt{2}(127)}{4\pi} \int_0^{\pi/6} [\sin \omega t + \sin(\omega t - \frac{\pi}{6})] dt$$

RECTIFICADOR 3φ  
DE ONDA ONDA



WAVEFORM



TAREA 2  
TRAER TABLAS  
TRIGONOMETRIC.

CALCULAR EL VALOR PROMEDIO DE  
UNA SEÑAL PRODUCIDA DE UNA RECTIFICACION  
DE ONDA 3φ EN  $\frac{1}{6}$

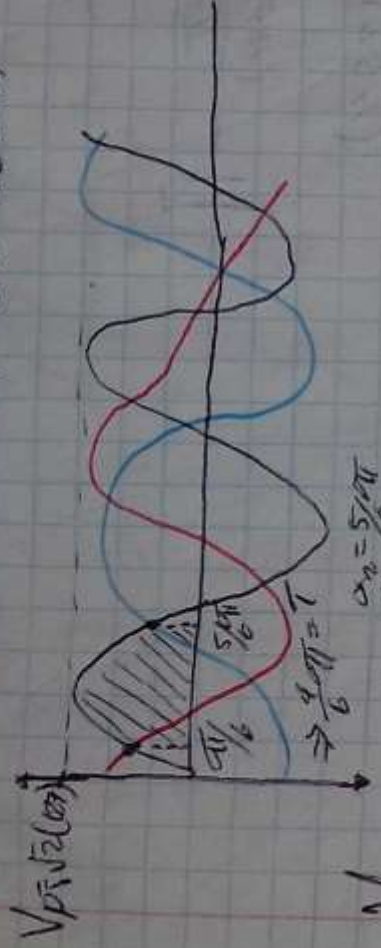
UNA FORMA TRAZADA

$$V_p = \sqrt{2}(127)$$

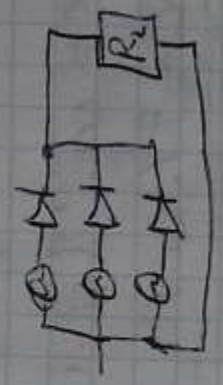
DEL RESULTADO RESTARLE 50 a 90 y encontrar  $\alpha$

# RESOLUCION TAREA 2,

1) CALCULAR EL VALOR PROMEDIO DE UNA SEÑAL PRODUCIDA DE UNA RECTIFICACION EN MEDIA ONDA TRIFASICA.



RECTIFICADOR 3φ, 1/2 ONDA



$$V_{prom} = \frac{1}{T} \int_{\alpha}^{\beta} V_p [\sin \omega t] d\omega t$$

$\alpha = \frac{\pi}{6}$   
 $\beta = \frac{5\pi}{6}$

$$V_{prom} = \frac{6}{\pi} \frac{\sqrt{2}(127)}{4} \left[ -\cos \omega t \right]_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} = (85.75) \left[ -\cos \frac{5\pi}{6} + \cos \frac{\pi}{6} \right]$$

$$V_{prom} = 148.52 \text{ V.}$$

DE UNA ONDA TRIFASICA RECTIFICADA EN 1/2 ONDA.

2) CALCULAR EL VALOR PROMEDIO DE UNA SEÑAL RECTIFICADA DE UNA ONDA COMPLETA TRIFASICA.

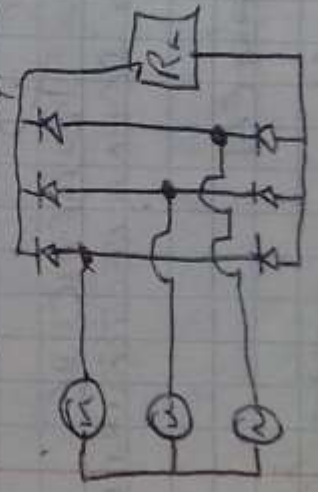


$$V_{prom} = \frac{\sqrt{2}(127)}{\frac{\pi}{3}} \int_{\frac{2\pi}{3}}^{\pi} \sin \omega t d\omega t$$

$$T = \frac{2}{3} \pi - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{3}$$

$$V_{prom} = \frac{\sqrt{2}(127)}{\frac{\pi}{3}} \left[ -\cos \left( \frac{2\pi}{3} \right) + \cos \left( \pi \right) \right]$$

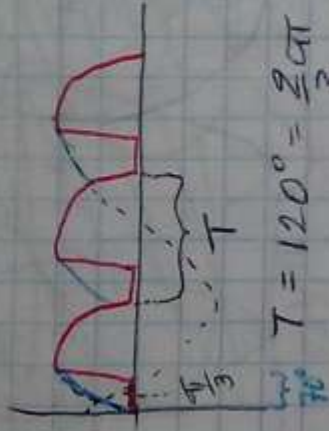
$$V_{prom} = 171.5 \text{ V.}$$



RECTIFICADOR 3φ ONDA COMPLETA.

### 3 USANDO EL RESULTADO DEL EJERC. 1.

CONSIDERAR QUE SE TRATA DE UN RECTIF. CONTROLADA 3Ø QUE SE ENCIENDE EN  $\alpha = 70^\circ$



$$V_{prom} = \frac{V_p}{7} \int_{70^\circ}^{\pi} \text{sen } \omega t \, d\omega t$$

$$V_{prom} = 2\sqrt{2} \frac{(127)}{30\pi} \int_{70^\circ}^{\pi} \text{sen } \omega t \, d\omega t$$

$$T = 120^\circ = \frac{2}{3}\pi$$

$$\alpha = 70^\circ \frac{\pi}{180^\circ} = \frac{7}{18}\pi$$

$$V_{prom} = 2\sqrt{2} \frac{(127)}{30\pi} \int_{\frac{7\pi}{18}}^{\pi} \text{sen } \omega t \, d\omega t$$

$$V_{prom} = (38.11) \left[ -\cos \pi + \cos \left( \frac{7\pi}{18} \right) \right] = 115 \text{ V.}$$

¿CUAL SERIA EL ANGULO  $\beta$  UN RECT. 3Ø DE  $\frac{1}{2}$  ONDA.

①

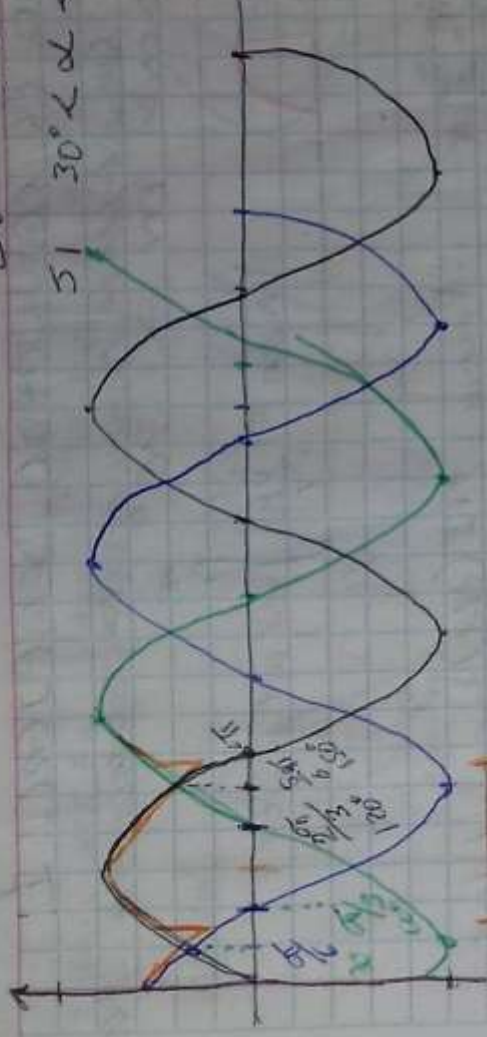
$V_{prom} = 80 \text{ V}$ , y si  $\alpha = 50^\circ$

②

# RECT. 3φ 1/2 ONDA CONTRAADO

Si  $\alpha < 30^\circ$  NO PHASAXADA

Si  $30^\circ < \alpha < 60^\circ$  ENDEEN



$$T = \frac{40\pi}{6}$$

$$V_{prom} = \frac{1}{T} \int_{\frac{5\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6} + \pi} \text{sen } \omega t \, d\omega t = \frac{3}{2\pi} \int_{-\pi/6}^{\pi/6} \text{sen } \omega t \, d\omega t$$

$$= \frac{3}{2\pi} [-\cos \frac{5\pi}{6} + \cos \frac{\pi}{6}] = \frac{3}{2\pi}$$

$V_{prom} = 0.82$  CON  $V_p = 1$  V

CON  $V_p = \sqrt{2} (127) = V_{prom} = 147.27$  V

CON  $\alpha_1 = 60^\circ = \frac{\pi}{3}$  Y  $\alpha_2 = \pi \Rightarrow (0.71V) \times V_p = 1$

CON  $\alpha = \pi$  Y  $V_p = \sqrt{2}(127) = 128.61$

SI ESTA BIEN DEFINIDO ENTRE  $60^\circ$  Y  $180^\circ$   $\text{sen } \frac{\pi}{3}$  Y  $\pi$  ENTRE  $0.71V$  Y  $128.61V$

CON  $V_{prom} = 98V$ ,  $V_{pe} = 98V = \frac{3\sqrt{2}(127)}{I \cdot \pi}$

$\frac{2\pi(98)}{3\sqrt{2}(127)} = -\cos \pi + \cos(\frac{\pi}{3} + \chi) \Rightarrow 0.192 = \cos(\star)$

$\star = \arccos(0.192)$

$\frac{\pi}{3} + \chi = 1.42$

$\chi = 1.42 - \frac{\pi}{3} = 0.38$

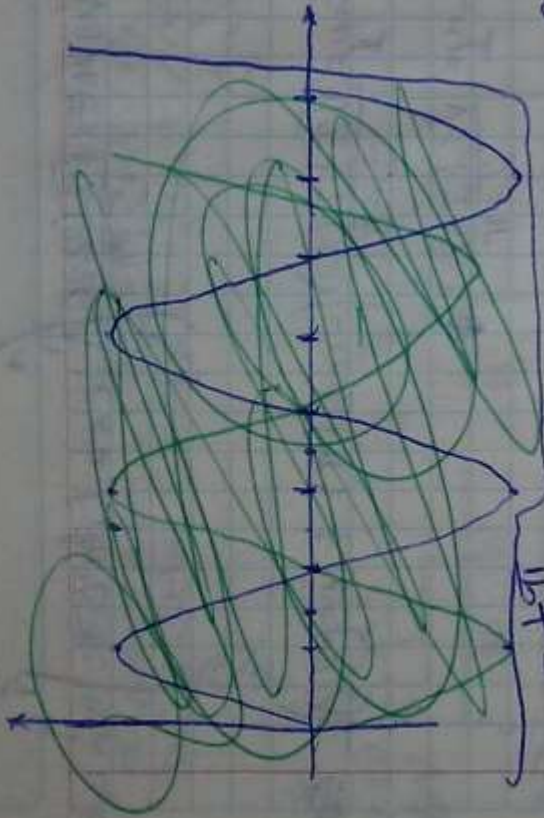
$\frac{180^\circ}{\pi} = \frac{V}{0.38}$   $V = 21.83^\circ$

$\alpha_1 = \frac{\pi}{3} + 0.38 = 81.3^\circ$

EFICAZ  
RMS → DC

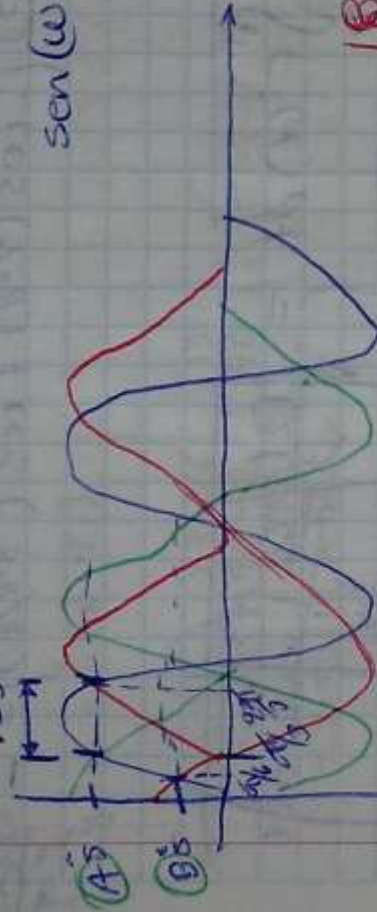
Promedio →

AC  
DC



0.5  
0.5

$$\text{sen}(\omega t) = \text{sen}[\omega t + \frac{1}{3}\pi]$$



$$\frac{180}{\pi} = \frac{x}{\frac{1}{3}\pi} = \frac{180(4/3\pi)}{\pi}$$

-98.94 + 98.96

$$\frac{\pi}{6} = 300$$

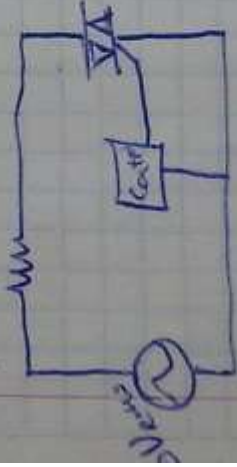
$$\frac{\pi}{2} = 900$$

$$V_{\text{prom}} = \sqrt{2} \left( \frac{2.5\pi}{2\pi} \right) \left( \int_0^{\pi/2} \text{sen} \omega t dt + \int_{\pi/2}^{\pi} \text{sen} \omega t dt \right)$$

PROBLEMA. UNA CARGA RESISTIVA SE CONECTA A UN CIRCUITO CONTROLADO POR TRIAC SE DISPARA CADA 90° EN CADA CRUCE POR CERO CUYO VALOR ES 220V RMS LA SEÑAL DE ENTRADA

a) DIBUJE LA SEÑAL DE ONDA EN LA CARGA.

b) DETERMINE EL VALOR DEL VOLTAJE PROMEDIO



$$V_{\text{prom}} = \sqrt{2} \left( \frac{2.5\pi}{2\pi} \right) \int_0^{\pi/2} \text{sen} \omega t dt$$

$$V_{\text{prom}} = \sqrt{2} \left( \frac{2.5\pi}{2\pi} \right) \left( -\frac{1}{\omega} \cos \omega t \right) \Big|_0^{\pi/2}$$

ACRIBA



$$\frac{1 - \cos 2x}{2}$$

$$V_{\text{norm}} = \frac{\sqrt{2}(220)}{2\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \sin \omega t \, dt + \int_{\pi/2}^{\pi} \sin \omega t \, dt$$



$$V_{\text{norm}} = \frac{\sqrt{2}(220)}{2\pi} (-\cos(\pi) + \cos(0)) + (\cos(\pi/2) - \cos(\pi)) = 0$$

$$V_{\text{norm}} = \frac{\sqrt{2}(220)}{2\pi}$$

$$V_{\text{norm}_2} = \frac{\sqrt{2}(220)}{2\pi} (-\cos(2\pi) + \cos(0)) = -\frac{\sqrt{2}(220)}{2\pi}$$

$$V_{\text{norm}} = 0$$

$$V_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f^2(t) \, dt} = \frac{\sqrt{2}(220)}{2\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \sin^2 \omega t \, dt$$

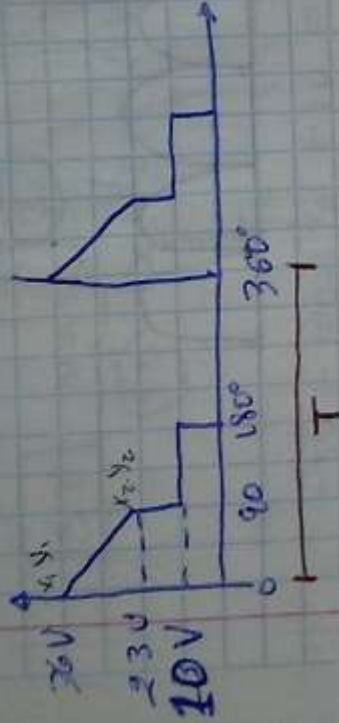
$$V_{\text{eff}_1} = \sqrt{\frac{\sqrt{2}(220)}{2\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \sin^2 \omega t \, dt} = \frac{\sqrt{2}(220)}{2\pi} \left( \frac{1 - \cos(2\pi)}{2} \right)$$

$$V_{\text{eff}_2} = \sqrt{\frac{\sqrt{2}(220)}{2\pi} \int_{\pi/2}^{\pi} \sin^2 \omega t \, dt} = \frac{\sqrt{2}(220)}{2\pi} \left( \frac{1 - \cos(2\pi)}{2} \right)$$

$$V_{\text{eff}} = \sqrt{2}(220) \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \sin^2 \omega t \, dt}$$

LA SEÑAL MOSTRADA PROVIENE DE UNA FUENTE CONMUTADA. ENCONTRAR EL VALOR PROMEDIO DE DICHA SEÑAL SI LA FRECUENCIA ES DE 50 KHZ

$$f_c = 50 \text{ KHZ}$$



$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{23 - 36}{90 - 0} = -\frac{13}{90}$$

$$y - y_1 = -\frac{13}{90}x - x_1$$

$$y = -\frac{13}{90}x + 36$$

$$V_{\text{prom}} = \frac{1}{T} \int_0^{360} f(x) dx = \frac{1}{360} \int_0^{90} \left( \frac{13}{90}x + 36 \right) dx + \int_{90}^{360} 10 dx$$

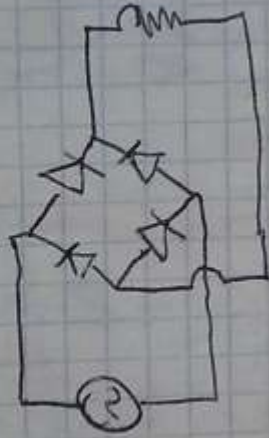
$$T = \frac{1}{50 \text{ KHZ}} = 20 \mu\text{s}$$

$$V_{\text{prom}} = 9.87 \text{ [V]}$$

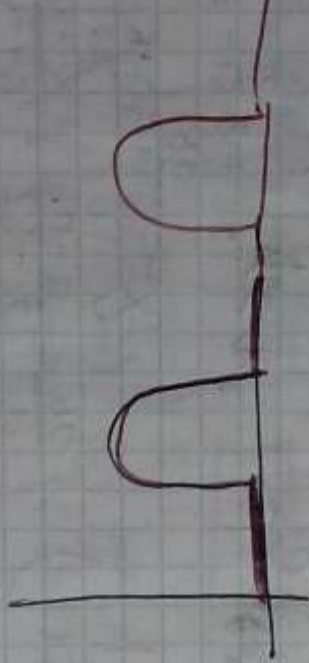
$f = \text{NO DEPENDE NI DE LA FRECUENCIA NI DE LA FUENTE}$

Ej. 1.

UN RECTIFICADOR 1 $\phi$  DE ONDA COMPLETA SUFRE UNA AVERÍA EN UNO DE SUS DIODOS. SI EL VOLTAJE DE ENTRADA ES DE  $V_p = \sqrt{2}$  (127), DIBUJE LA FORMA DE ONDA DE SALIDA.

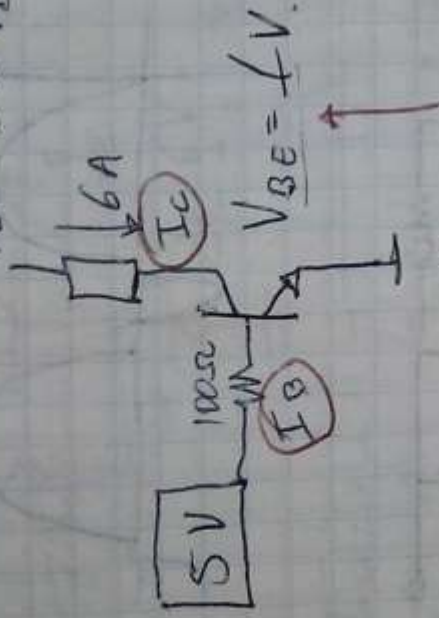


Con circuito Abierto.



DEL CIRCUITO DEL TRANSISTOR CALCULE EL FACTOR DE GANANCIA.

$V_{CC} = 240 V_{DC}$



$\beta I_B = I_C$

$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{6A}{0.04A}$

$-5V + 100\Omega I_R + 1V = 0$

$I_R = \frac{5V - 1V}{100\Omega} = \frac{4V}{100\Omega} = 0.04A$

$\therefore \beta = \frac{6A}{0.04A} = 150$

EJEMPLO: DEL SIG CIO DIBUJE LA RED DE RESISTORES R1 Y R2 QUE EL MOSTER OPERE UNA CARGA DE 3A SI QUELLO SE DEBE APLICAR UN VOLTAJE DE 9V ENTRE LA TERMINAL GATE Y SOURCE DEL MOSTER. ASI MISMO CALCULE LA POTENCIA QUE DISIPARA R1 CUANDO EL TRANSISTOR ESTA EN SATURACION Y EN CORTE.

$R_1 = \frac{5V - 1V}{39\mu A} = 1.0256 \times 10^{-4} A$

$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \beta = 100$

$\left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) 90V = \frac{90}{100} (100\mu A) = 90\mu A$

$90 \left(\frac{1K\Omega}{1K\Omega + R_2}\right) = \frac{1K\Omega \cdot 90V}{1K\Omega + R_2} = 9V$

$9V(1K\Omega + R_2) = (1K\Omega)(90V)$

$(9V)(K\Omega) + (9V)(R_2) = (1K\Omega)(90V)$

$R_2 = \frac{(1K\Omega)(90V) - (9V)(1K\Omega)}{9V}$

$I_C = \beta I_B$

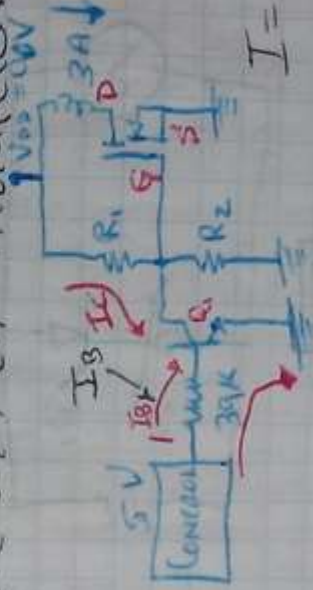
$I_C = 11mA$   
 $R_1 = \frac{90V}{11mA} = 8.1K\Omega$

$R_2 = \frac{(8.1K\Omega)(90V) - (9V)(8.1K\Omega)}{9V} = 0.9K\Omega$

$P_{SAT} = V_{CE(sat)} \cdot I_{C(sat)} = (90V)(0.011A) = 0.9[W]$   
 $P_{R1(CORTE)} = V_{R1} \cdot I_{R1} = (81V)(0.011A) = 0.891[W]$

$R_{TH} = \frac{90K\Omega \cdot 1K\Omega}{90K\Omega + 1K\Omega} = 9K\Omega$

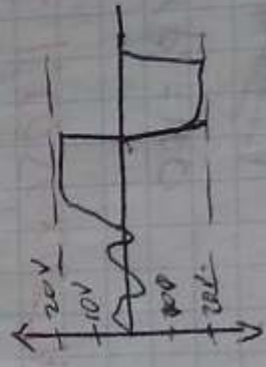
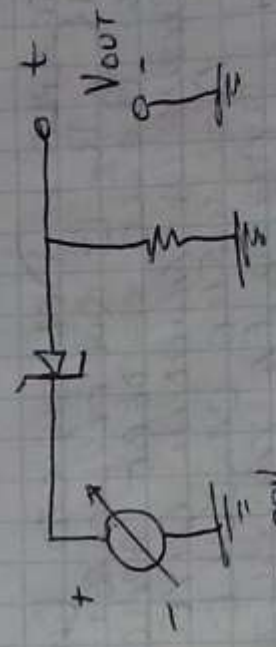
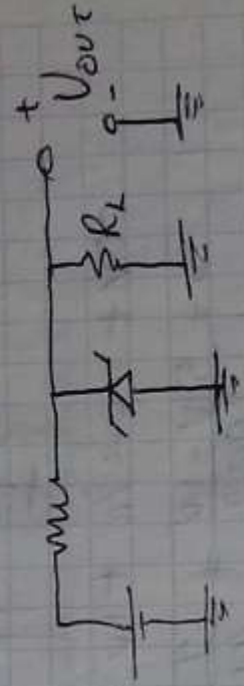
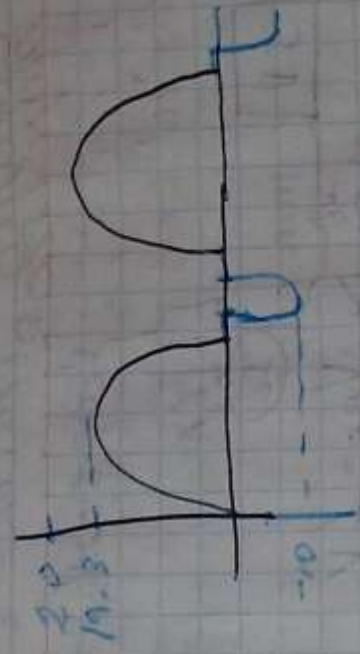
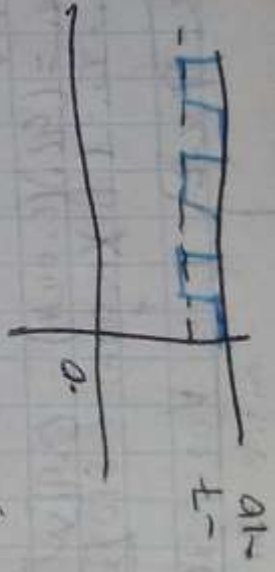
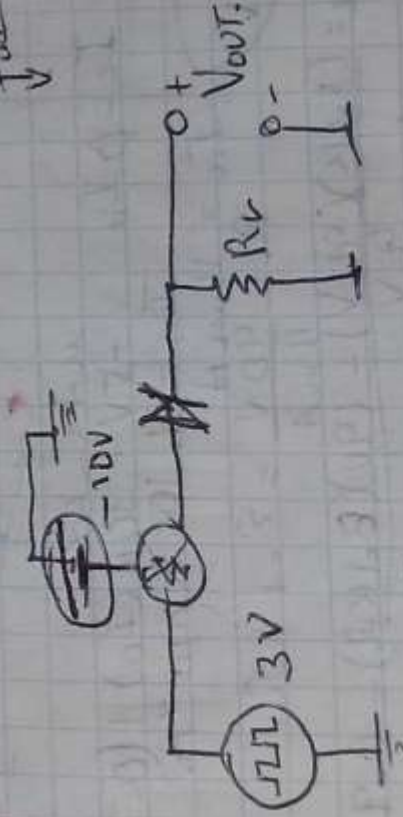
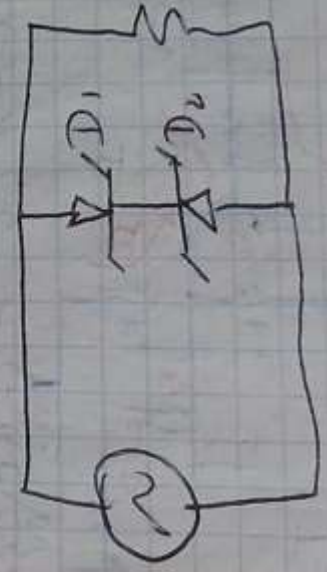
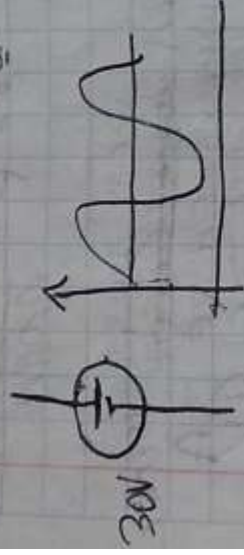
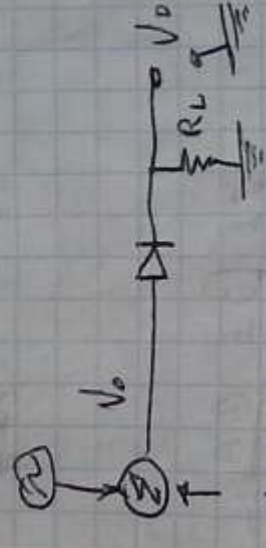
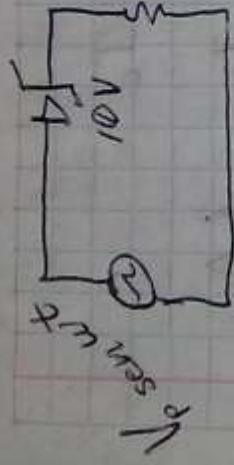
$I_{R1} = \frac{V_{DD}}{R_{TH} + R_1} = \frac{90V}{9K\Omega + 8.1K\Omega} = 5.1mA$

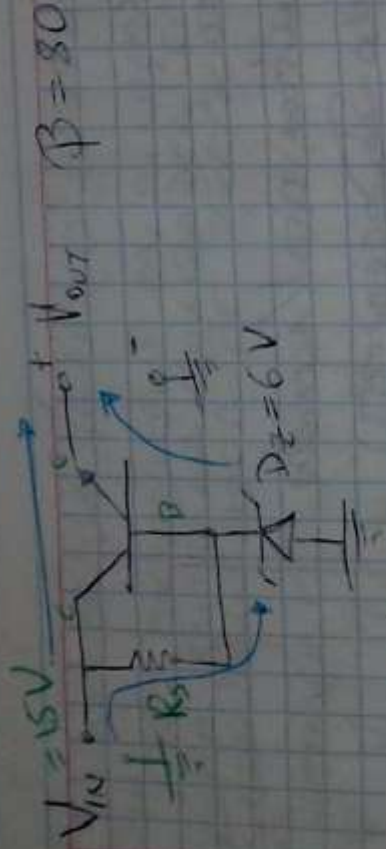


MAQUETA

$-5V + 30K(I_B) + (0.7) = 0$   
 $I_B = 1.1025 \times 10^{-4} A$

$I = \frac{V}{R}$





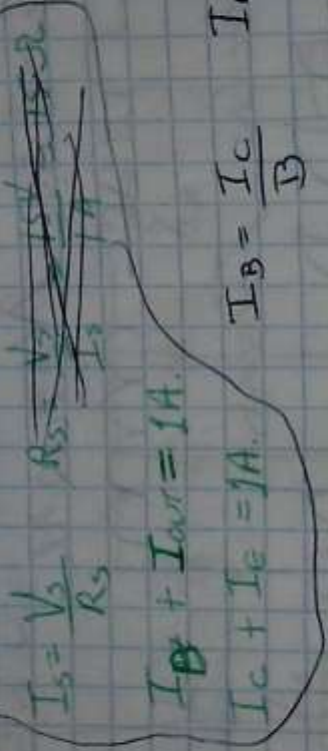
$$I_{out} = 1A$$

$$R_S = 5$$

$$V_{out} = 5$$

$$\beta = 80$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$



$$I_B = \frac{V_2}{R_S}$$

$$I_B + I_{out} = 1A$$

$$I_C + I_E = 1A$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} \quad I_C \approx I_E = 1A$$

$$I_0 = \frac{1A}{80} = 12.5mA$$

$$V_{RS} = 15 - 6 = 9V$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{15V - 6V}{5\Omega} = 1.8A$$

$$R_S = \frac{V}{I_B} = \frac{15 - 6}{12.5mA}$$

$$V_{out} = 6V - 1V = 5V$$

## PRÁCTICAS.

Dimmer  $\swarrow$  SCR  
 $\searrow$  TRIAC

MOTOR  $\swarrow$  SCR  
 $\searrow$  TRIAC

MOTOR  
 corriente  $\swarrow$  SCR  
 $\searrow$  TRIAC } LA CORRIENTE

# PROBLEMAS RESUELTOS DE ELECTRONICA DE POTENCIA

ABELLAN ANTONIO

GARCIA GABRIEL

BENAVENT JOSÉ

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

CONCEPCIÓN, LABOR DOCENTE

- CONMUTACIÓN NATURAL



- CONMUTACIÓN FORZADA



TRIACLES



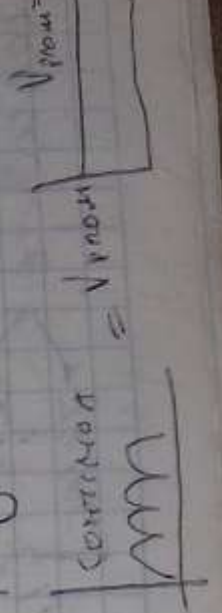
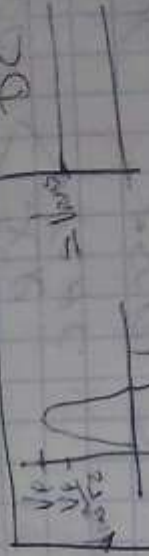
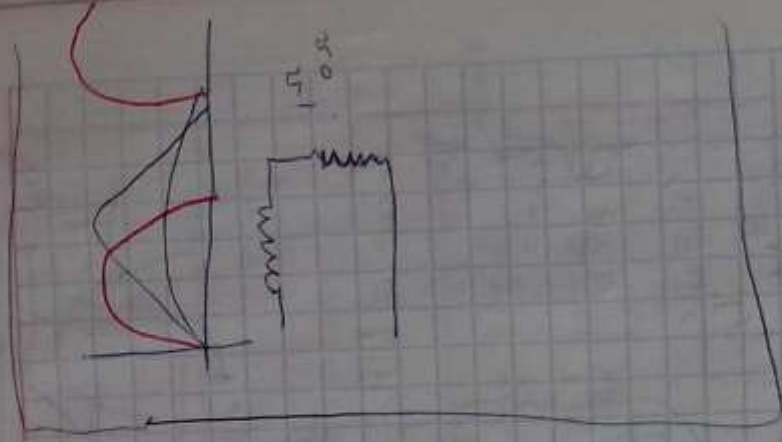
DEPENDENCIA DEL VALOR DEL INDUCTOR



FUNDAMENTAL



DEPENDENCIA DE LA CARGA

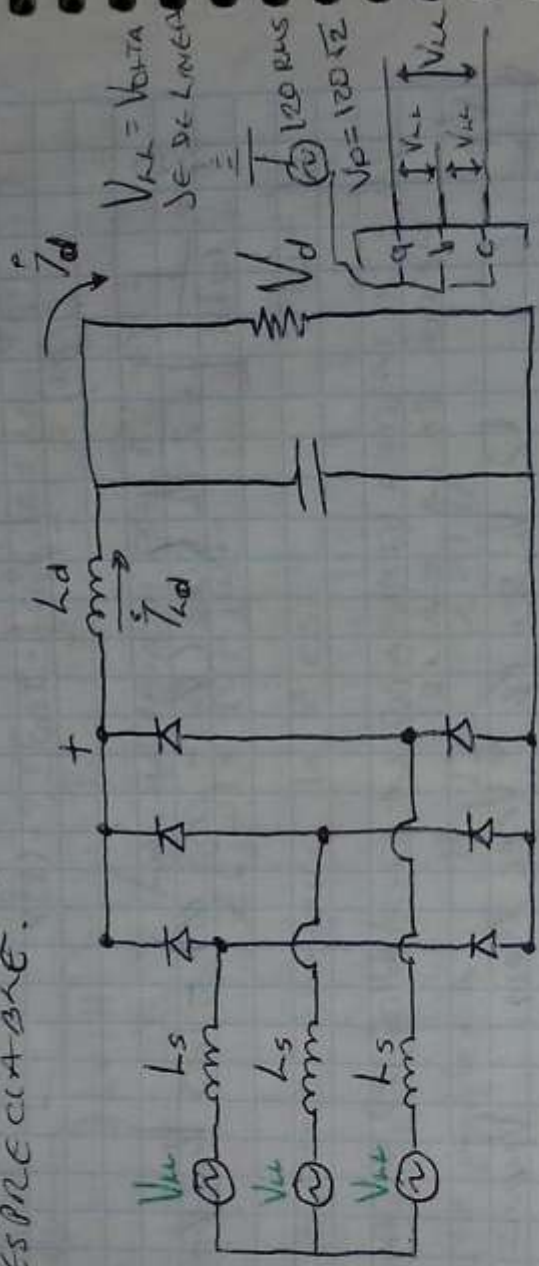


$$V_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2 dt}$$

$$V_{moy} = \frac{1}{T} \int_0^T v dt$$

EL RECTIFICADOR TRIFÁSICO DE LA FIGURA TIENE UNA  $L_s$  DESPRECIABLE EN SU LUGAR UNA  $L_d$  SE CONECTA ENTRE LA SALIDA DEL RECTIFICADOR Y EL CONDENSADOR DE FILTRO.

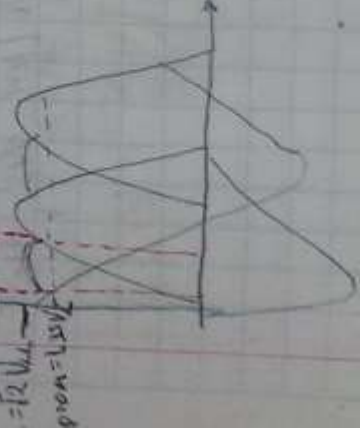
OBTENER EL VALOR MÁXIMO DE  $L_d$  EN FUNCIÓN DE  $V_{LL}$ ,  $I_c$  Y  $\omega$  QUE HAYA QUE TRAZAR LA CONEXIÓN CONTINUA PARA  $I_d$ . CONSIDERAR QUE EL RIZADO ES DESPRECIABLE.



RECTIFICADOR DE Onda Continua

El voltaje promedio para una señal rectificadora en onda completa trifásica, suponiendo que  $V_p = 1$

$$V_{prom} = \frac{1}{T} \int_0^T V_p \sin \omega t \, d\omega t = \frac{1}{\frac{2\pi}{3}} \int_0^{\frac{2\pi}{3}} V_p \sin \omega t \, d\omega t = \frac{3}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{3}} V_p \cos \omega t \, d\omega t = \frac{3}{\pi} [V_p \sin \omega t]_0^{\frac{\pi}{3}} = \frac{3}{\pi} V_p \sin \frac{\pi}{3} = \frac{3}{\pi} V_p \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} V_p \approx 0.9549 V_p$$



$V_{rms} = 120 V$ .  $V_p = V_{rms} \sqrt{2}$

$V_{rect} = (V_{prom} \times V_p) = (V_{prom} \times \sqrt{2} \times V_{rms}) = 0.9549 \sqrt{2} \times 120$

$V_p = 1.41 V_L$        $V_{rectif} = 1.35 (V_L)$



$$V_{\text{rec media}} = V_d \quad \text{DE LA FIG.}$$

$$V_d = V_{\text{rec}} - V_{\text{rec. media}} \Rightarrow \frac{di_d}{dt} = \sqrt{2} V_L \sin \omega t - 1.35 V_L$$

$$V_d = V_p \sin \omega t - V_{\text{rec. media}}$$

INTEGRANDO

$$\omega L d i_d(t) = \int_{\phi_b}^{\phi} \sqrt{2} V_L \sin(\omega t) - 1.35 V_L dt$$

$i_d(\phi)$

$$i_d = \frac{1}{\omega L} \left[ \sqrt{2} V_L (\cos(\phi_b) - \cos \phi) - 1.35 V_L [\phi - \phi_b] \right]$$

$$\phi = \omega t$$

$\phi_b = \text{SE CALCULA IGUALANDO LA TENSIÓN DE ENTRADA A LA TENSIÓN DE LA SALIDA.}$



$$\sqrt{2} V_L \sin \phi_b = V_{\text{rec media}} \quad V_{\text{prom}} = 1.35 V_L$$

$$\sqrt{2} V_L \sin \phi_b = 1.35 V_L$$

$$\sin \phi_b = \frac{1.35}{\sqrt{2}} \quad \phi_b = \arcsin \left[ \frac{1.35}{\sqrt{2}} \right] \quad \phi_b = 72.66^\circ$$

ENCUENTRA LA CORRIENTE PROMEDIO.

$$I_d = \frac{1}{3} \int_{\frac{2\pi}{6}}^{\frac{4\pi}{6}} \frac{1}{\omega L} \left[ \sqrt{2} V_L [\cos \phi_b - \cos \omega t] - 1.35 V_L [\omega t - \phi_b] \right] d\omega t$$

# PROBLEMA:

UNA FUENTE DE VOLTAJE  $V(t)$  CUYA FORMA ES UNA ONDA CUADRADA, SE APLICA AL CIRCUITO RL. HALLAR LA CORRIENTE DE RESPUESTA  $i(t)$  EN ESTADO ESTACIONARIO.

$V(t)$



LA EXPANSIÓN EN SERIES DE FOURIER DE LA ONDA CUADRADA ESTA DADA POR:

ARMÓNICOS

$$f(t) = \frac{1}{\pi} (\cos \omega_0 t - \frac{1}{3} \cos 3\omega_0 t + \frac{1}{5} \cos 5\omega_0 t - \dots)$$

SI  $\omega_0 = 1$

$$v(t) = \frac{4V}{\pi} \left[ \cos t - \frac{1}{3} \cos 3t + \frac{1}{5} \cos 5t - \dots \right]$$

LA IMPEDANCIA DEL RL ES:

$$Z(j\omega) = R + j\omega L$$

@ el enésimo armónico la Z es

$$Z(jn\omega_0) = R + jn\omega_0 L$$

@ este problema  $R = 1 \Omega$   $L = 1 H$

$$Z(jn\omega_0) = Z(jn) = 1 + jn = |Z(jn)| \angle \theta(n)$$

$$|Z(jn)| = \sqrt{1 + n^2} \quad \theta(n) = \tan^{-1} n$$

SEGUN EL PRINCIPIO DE SUPERPOSICION SE SIGUE QUE LA RESPUESTA EN EPO. ESTA DADA POR:

$i(t)$  ESTA DADA POR:

$$i(t) = \frac{4V}{\pi} \left[ \frac{\cos(t - 45^\circ)}{\sqrt{2}} - \frac{\cos(3t - 71.56^\circ)}{3\sqrt{10}} + \frac{\cos(5t - 78.69^\circ)}{5\sqrt{26}} - \dots \right]$$

## Problema

CONSIDERE UNA ONDA DE VOLTAJE DE AMPLITUD  $A=300\text{ V}$ ,  
 $f=60\text{ Hz}$  Y SE APLICA A UN CTO SERIE DE  $R=2\text{ k}\Omega$  Y  
 $L=10\text{ mH}$

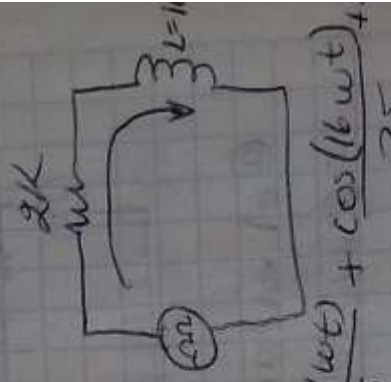
USANDO FOURIER, REPRESENTAR EL ESPECTRO DE LÍNEAS  
DE LA TENSIÓN APPLICADA (V) Y DE LA TENSIÓN EN  
LA RESISTENCIA ( $V_R$ )  $\omega_0=1$  PARA MOSTRAR EL EFECTO  
DE LAS ARMÓNICAS.

$$f(\omega t) = \frac{A}{\pi} + \frac{A}{2} \sin \omega t - \frac{2A}{\pi} \left[ \frac{\cos(2\omega t)}{1 \times 3} + \frac{\cos(4\omega t)}{3 \times 5} + \frac{\cos(6\omega t)}{5 \times 7} \right]$$

Medida de la



$$A = 300\text{ V}$$
$$f = 60\text{ Hz.}$$



$$V = \frac{300}{\pi} + 150 \sin \omega t - \frac{600}{\pi} \left[ \frac{\cos(2\omega t)}{3} + \frac{\cos(4\omega t)}{15} + \frac{\cos(6\omega t)}{35} \right]$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi(60) = 377\text{ rad/sec.}$$

~~Arbitrarios~~

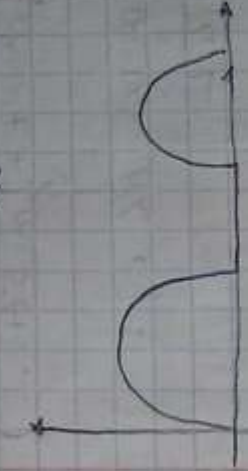
# Problema

CONSIDERE UNA ONDA DE VOLTAJE DE AMPLITUD  $A=300\text{ V}$ ,  $f=60\text{ Hz}$  Y SE APLICA A UN CTO SERIE DE  $R=2\text{ k}\Omega$  Y  $L=10\text{ H}$

USANDO FOURIER REPRESENTAR EL ESPECTRO DE LÍNEAS DE LA TENSIÓN APLICADA (V) Y DE LA TENSIÓN EN LA RESISTENCIA ( $V_R$ )  $\omega_0=1$  PARA MOSTRAR EL EFECTO DE LAS ARMÓNICAS.

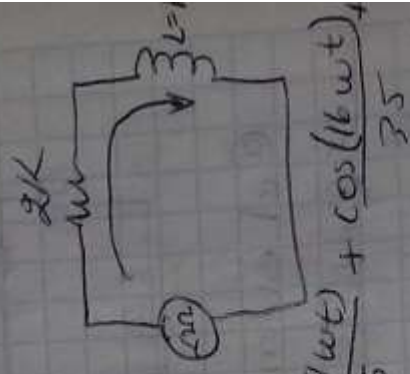
$$f(\omega t) = \frac{A}{\pi} + \frac{A}{2} \sin \omega t - \frac{2A}{\pi} \left[ \frac{\cos(2\omega t)}{1 \times 3} + \frac{\cos(4\omega t)}{3 \times 5} + \frac{\cos(6\omega t)}{5 \times 7} \right]$$

Medir  $i_R$



$$A = 300\text{ V}$$

$$f = 60\text{ Hz.}$$



$$V = \frac{300}{\pi} + 15 \sin \omega t - \frac{60}{\pi} \left[ \frac{\cos(2\omega t)}{3} + \frac{\cos(4\omega t)}{15} + \frac{\cos(6\omega t)}{35} \right]$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi(60) = 377\text{ rad/seg.}$$

Armonicos

La Z TOTAL ES  $Z = R + jX_L = R + jn\omega L$

n	nωL	R	$X_L = n\omega L$	$\sqrt{R^2 + X_L^2}$	θ
0	0	2K	0	2K	0
1	377	2K	377K	4.22K	62°
2	754	2K	754K	7.78K	75.1°
4	1508	2K	15.08K	15.2K	82.45°
6	2202	2K	22.62K	22.6K	84.92°

$$F(\omega t) = \frac{A}{\pi} + \frac{A}{Z} \sin \omega t - \frac{2A}{\pi} \sum_{n=2,4,6}^{\infty} \frac{\cos(n\omega t)}{(n-1)(n+1)}$$

CALCULAR LA CORRIENTE @ CADA ARMÓNICO.

$$n=0 \quad i_0 = \frac{300}{\frac{2K}{\pi}} = \frac{300}{2K} = \frac{300}{912K}$$

$$n=1 \quad i_1 = \frac{V_1}{Z_1} = \frac{150 \sin \omega t}{4.26K} = \frac{150 \sin(\omega t - 62^\circ)}{4.26K}$$

$$n=2 \quad i_2 = \frac{V_2}{Z_2} = \frac{\frac{600}{3\pi} \cos 2\omega t}{7.78K} = \frac{600 \cos(2\omega t - 75.1^\circ)}{3\pi(7.78K)}$$

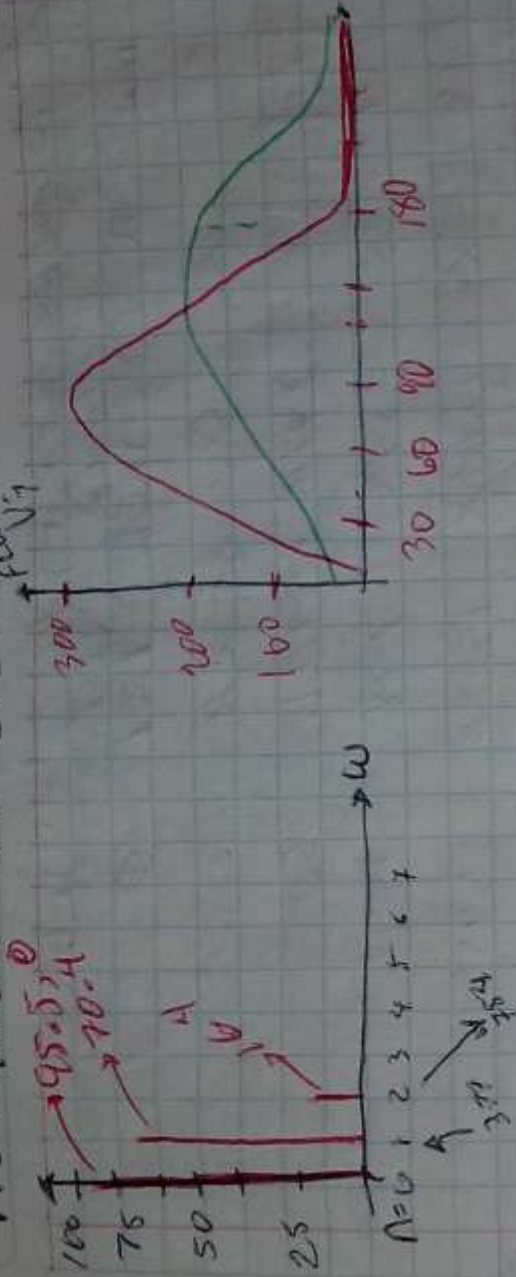
$$i_T = \frac{300}{912K} + \frac{150}{4.26K} \sin(\omega t - 62^\circ) + \frac{600}{3\pi(7.78K)} \cos(2\omega t - 75.1^\circ)$$

$$- \frac{600 \cos(4\omega t - 84.9^\circ)}{35\pi(15.2K)} - \frac{600 \cos(6\omega t - 84.9^\circ)}{35\pi(22.6K)}$$

LA CAIDA DE VOLTAJE EN EL RESISTOR SERA  $V_R = R i_T$

$$V_R = 95.5 + 70.4 \sin(\omega t - 62^\circ) - 16.4 \cos(2\omega t - 75.1^\circ) - 1.67 \cos(4\omega t - 82.45^\circ) - 0.43 (\cos(6\omega t - 84.9^\circ))$$

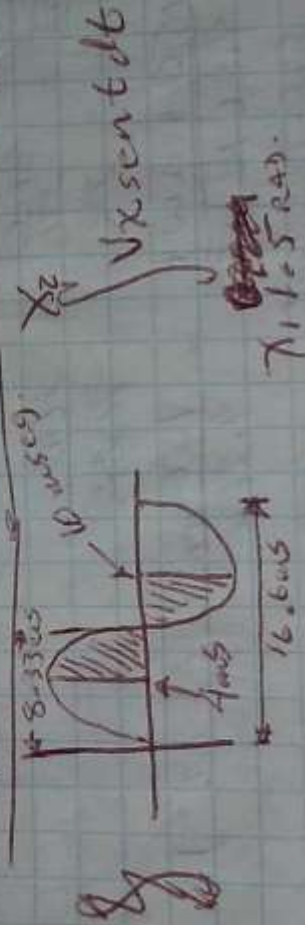
# ANÁLISIS DEL CTO.



## RESOLVER EL ANSUD CTO CON

$R = 1 \Omega$        $V_p = 10V$

$L = \frac{0.01H}{\pi}$        $F = 50 \text{ Hz}$



$400 \text{ ms} = \pi$

$X = \frac{180}{\pi} = 180$

$X_1 = (180)(4 \text{ ms}) = 0.72 \text{ rad}$

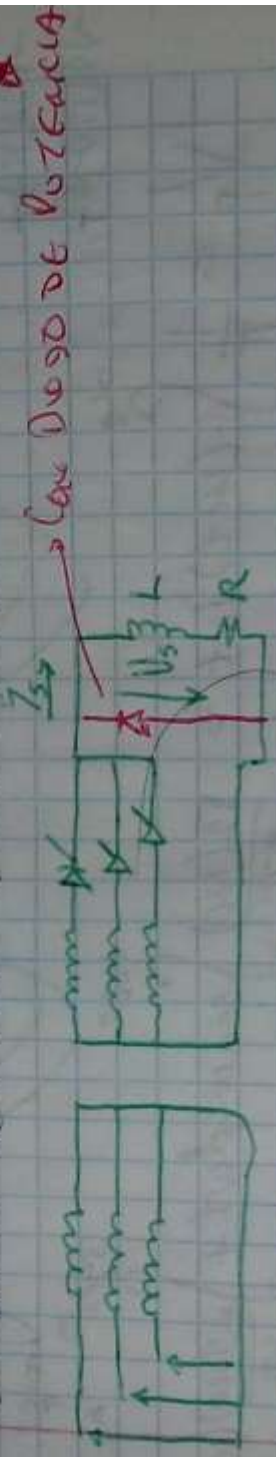
$X_2 = (180)(10 \text{ ms}) = 1.8 \text{ rad}$

$X_1 = \frac{(\pi)(4 \text{ ms})}{8 \text{ ms}} = 1.5$

# PROBLEMA.

Una rectificadora 3 $\phi$  de 1/2 ONDA CONTROLADA SE CONECTA A UNA RED DE 120V/380V 50Hz. LA CARGA INDUCTIVA CON EL ANGULO DE FASE DE  $\phi = 15^\circ$ . EL ANGULO DE DESFASE DE LOS SCR SE AJUSTA CON UN RETARDO DE  $\alpha = 60^\circ$  RESPECTO AL PUNTO EN QUE SE USALAN LAS TENSIONES DE FASE. SE PIDE:

- LA FORMA DE ONDA DE LA TENSION EN LA CARGA
- EL VALOR MEDIO DE LA TENSION EN LA CARGA.
- FORMA DE ONDA DE LA CORRIENTE EN LA CARGA
- FORMA DE ONDA DE LA TENSION EN LA CARGA SI SE CONECTA UN DIODO DE LIBRE CIRCULACION.
- EL VALOR MEDIO DE LA TENSION EN LA CARGA CON EL DIODO DE LIBRE CIRCULACION.



$$V_{prom} = \frac{\sqrt{2}(380)}{3} \int_{90^\circ}^{180^\circ} \sin(\omega t) d\omega t$$

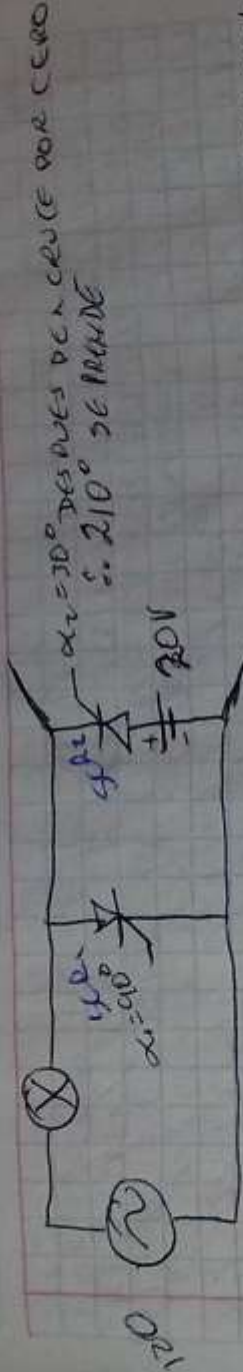
$$V_{prom} = \frac{\sqrt{2}(380)}{3} \int_{195^\circ}^{195^\circ} \sin(\omega t) d\omega t$$



con Diodo de libre circulación

- RADIO EDUCACION  $\rightarrow 1000$  KHz
- RADIO UNAM  $\rightarrow 8$
- RADIO UACM  $\rightarrow 7660$  KHz.

MEGAVOLTS.



- ¿CÓMO ES LA GRÁFICA DEL VOLTAJE EN LA CARGA SI  $\alpha = 90^\circ$ ?



$$V_p = \frac{1}{T} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} f(\omega t) d\omega t = \frac{\sqrt{2}(120)}{29.7}$$

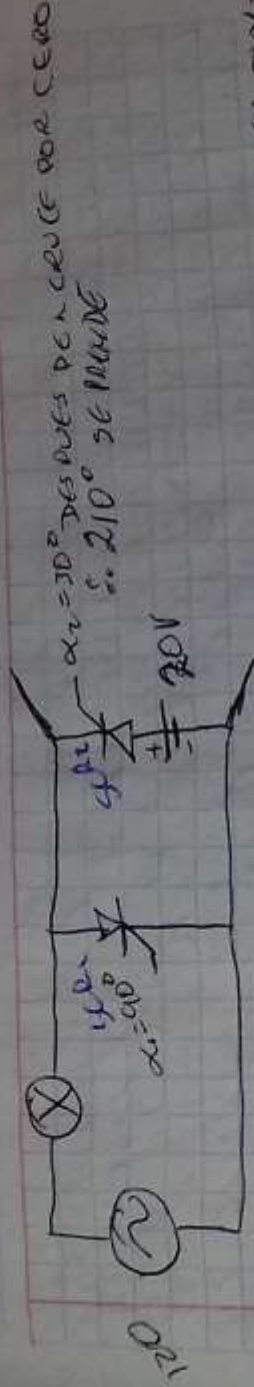
$$V_{\text{carga}} = \sqrt{2}(120) \sin \omega t + \frac{\sqrt{2}(120)}{29.7} \sin \omega t$$



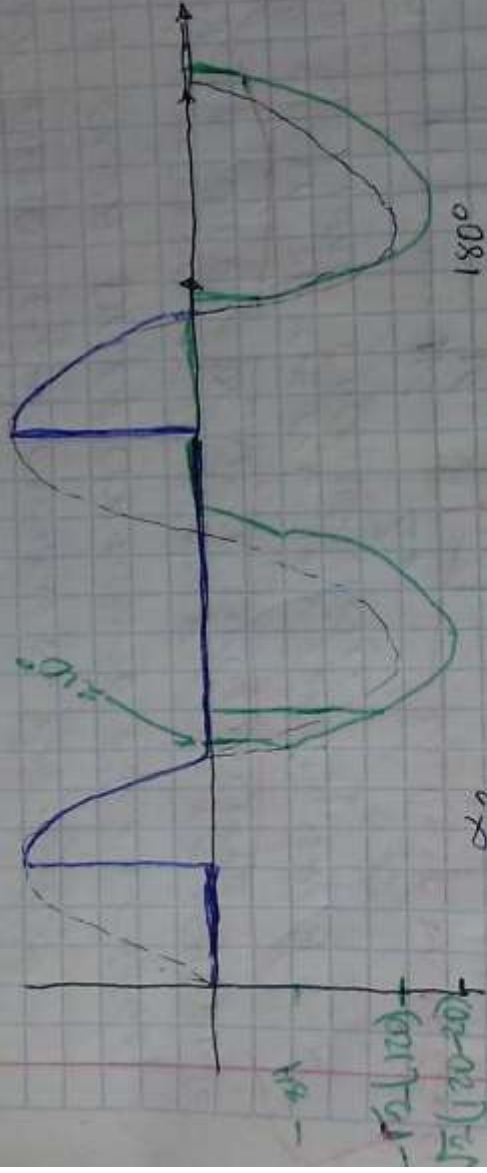


- RADIO EDUCACION  $\rightarrow$  1000 KHz
- RADIO UNAM  $\rightarrow$  8
- RADIO UACM  $\rightarrow$  660 KHz.

NEEDS

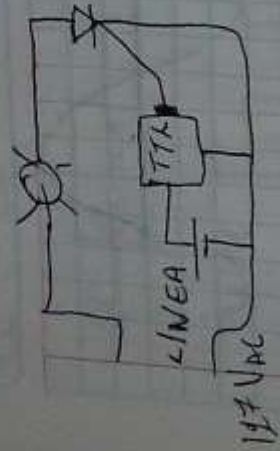


- ¿CÓMO ES LA GRÁFICA DEL VOLTAJE EN LA CARGA SI  $\alpha = 90^\circ$ ?

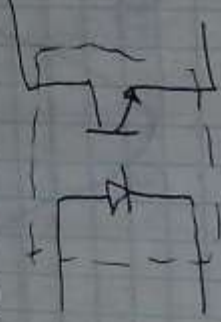


$$V_p = \frac{1}{T} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} f(\omega t) d\omega t = \frac{\sqrt{2}(120)}{2\pi}$$

$$V_{\text{caset}} = \sqrt{2}(120) \sin \omega t + \frac{\sqrt{2}(120)}{2\pi} \int_{90^\circ}^{390^\circ} \sin \omega t d\omega t$$

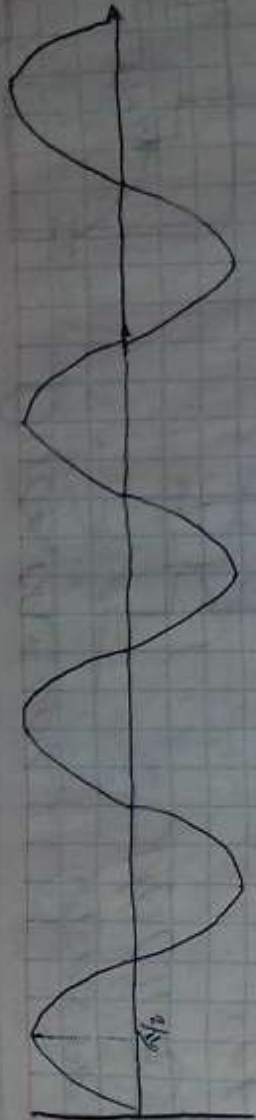


DIODOS 450R.



REVISAR  
MOCIDOR  
26





SCR.



TRIAC

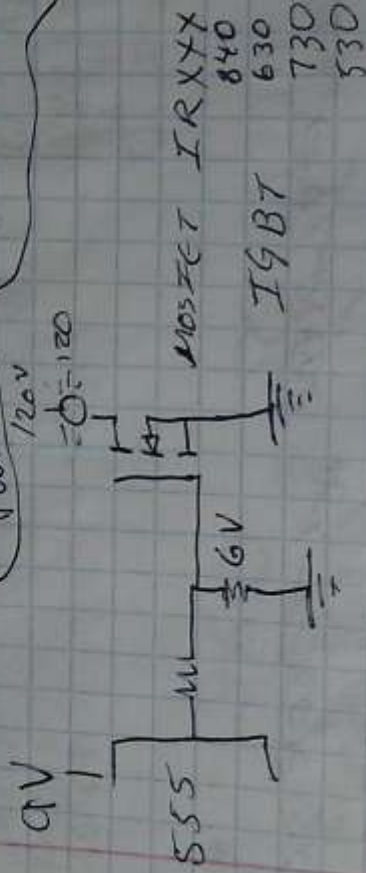
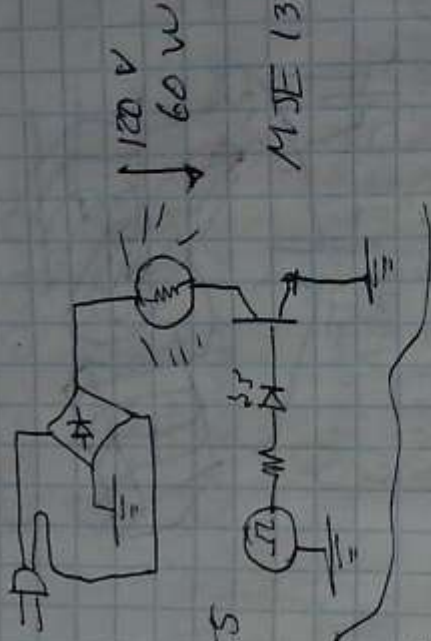
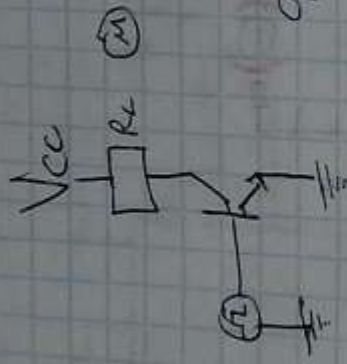


MOC3010.

CD → CD  
CC → CC



PULSE WIDTH MODULATION



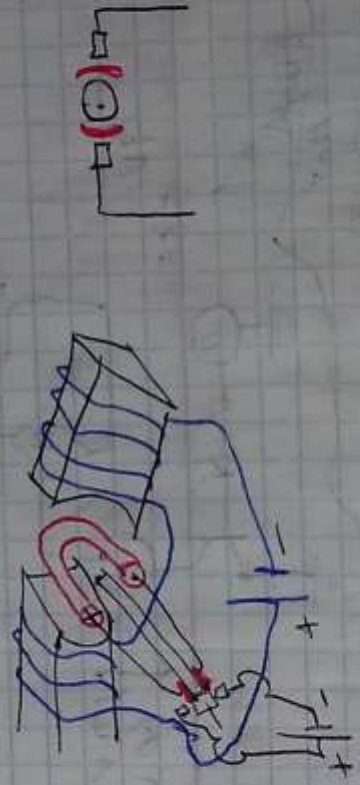
Ver LM3524

# SERIE DE ELECTRICIDAD (7 ZONAS)

MUEF, HARRY  
Ed. Linceosa

## REPASO DEL MOTOR DC.

Motor Universitario { -AC  
-DC



## TAREA 3

CUANTOS POLOS TIENE EL ROTOR DEL MOTOR DE  
CICLOAREA

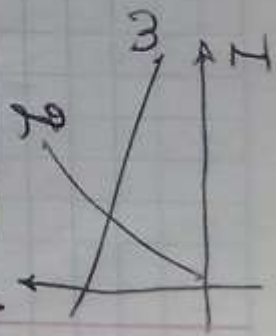
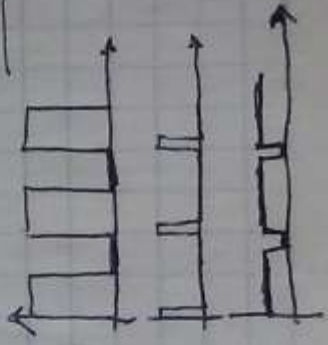
$$V_a = E + R_a I_a$$

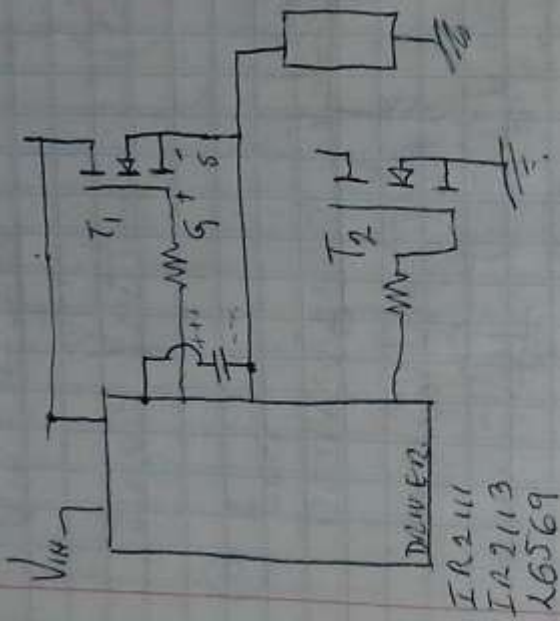
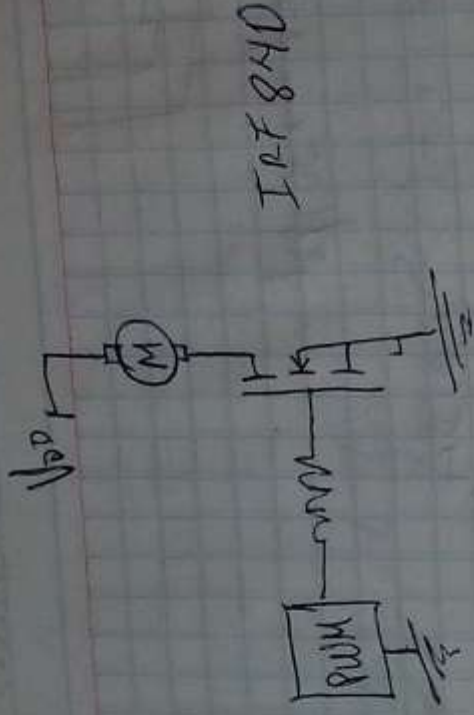
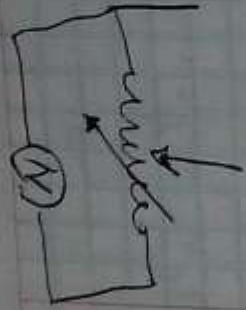
$$E = K_a \phi \omega$$

$V_a =$  TENSION DEL  
INDUCIDO

$E =$  FUERZA CONTRA E  
INDUCIDA

$\omega =$  VELOCIDAD ANGULAR  
LM3524.





Otro ciclo  
 $Q_2 \rightarrow$  APAGA  
 $T_1 \rightarrow$  SATURACION  
 $C_1 \rightarrow$  SE DESCARGA  
 LA CARGA SE RECIBE CON FUERZA

$Q_2$  ENCENDIDO  
 $Q_1$  APAGADO  
 $C_2$  CARGA SE DESCARGA X  $T_2$   
 $C_1$  SE CARGA.

$$\chi = \frac{360 \text{ PASOS}}{360} = \frac{50 \text{ PASOS}}{\chi}$$

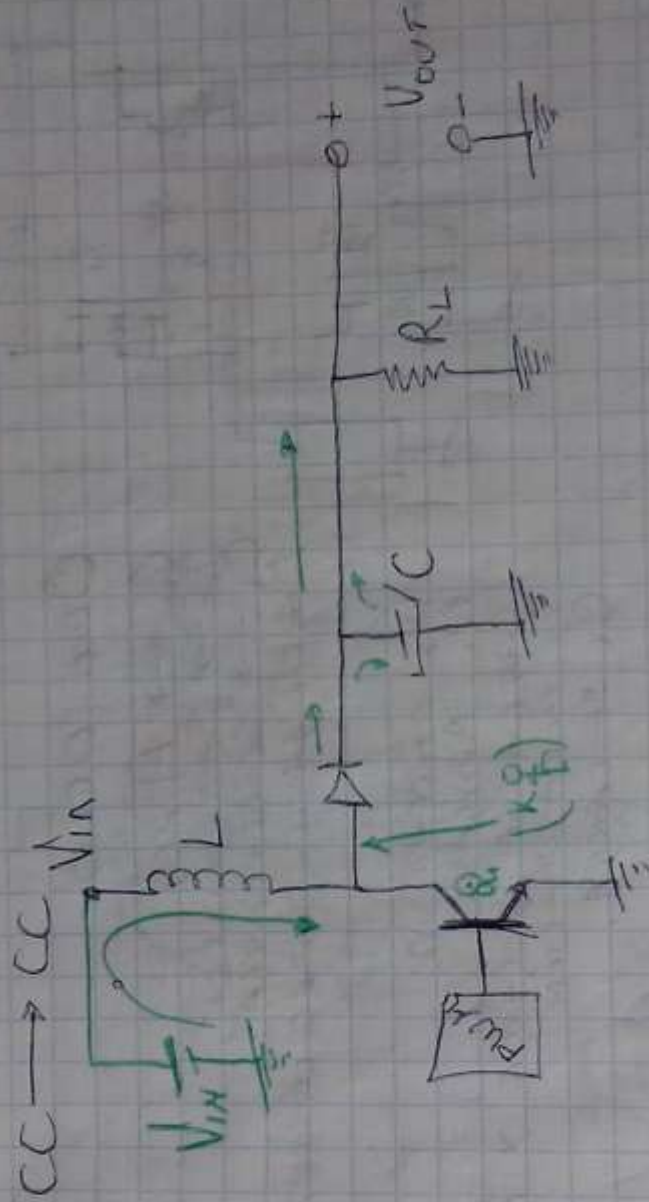
$$\chi = \frac{360 \text{ PASOS}}{360} = 1$$

# PROYECTO: FILTRO ELECTROSTATICO



10 kV  $\rightarrow$  30 kV

FUENTE DE SUBIDA.



$Q_1 \rightarrow ON$

$V_L = V_{IN}$

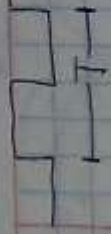
$Q_1 \rightarrow OFF$

$E_n (kV)$

$E_n$

$$E_n = V_{IN} + V_L = 2 V_{IN}$$

$$V_L = L \frac{di}{dt} = \frac{\Delta I}{\Delta t}$$



$E_H$   $t_{ON}$

$$V_{IN} = V_L = L \frac{\Delta I}{\Delta t} = L \frac{I_{ON}}{t_{ON}}$$

$$V_{IN} = L \frac{I_{ON}}{t_{ON}}$$

$$I_{ON} = \frac{V_{IN} \cdot t_{ON}}{L} \quad \left( \frac{V \cdot s}{\Omega} \right)$$

@  $t_{OFF}$

DESPRECIANDO  $V_D \approx 0$

$$V_{OUT} = V_{IN} + V_L$$

$$V_{OUT} - V_{IN} = V_L = L \frac{I_{OFF}}{t_{OFF}} \Rightarrow \frac{(V_{OUT} - V_{IN}) t_{OFF}}{L} = I_{OFF} \quad \left( \frac{V \cdot s}{\Omega} \right)$$

IGUALANDO  $\left( \frac{V \cdot s}{\Omega} \right)$  Y  $\left( \frac{V \cdot s}{\Omega} \right)$

$I_{OFF} = I_{ON}$  Y CONDICIÓN DE BALANCE ENERGÉTICO

$$V_{IN} t_{ON} = (V_{OUT} - V_{IN}) t_{OFF}$$

$$V_{IN} t_{ON} = V_{OUT} t_{OFF} - V_{IN} t_{OFF}$$

$$V_{IN} (t_{ON} + t_{OFF}) = V_{OUT} \cdot t_{OFF}$$

$$V_{IN} T = V_{OUT} t_{OFF}$$

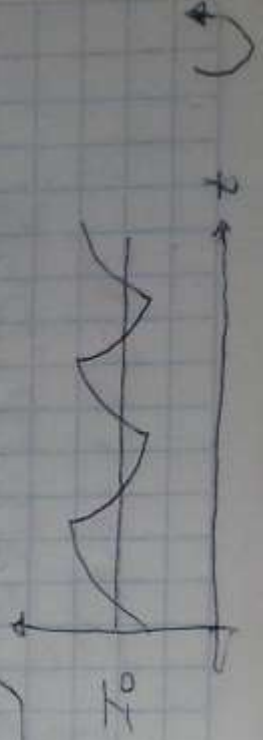
Para  $\frac{t_{ON}}{T} \rightarrow$  Lo REDESCUBRA

$$\frac{V_{IN}}{V_{OUT}} - 1 = \frac{t_{OFF}}{T} - 1$$

$$\frac{V_{IN} - V_{OUT}}{V_{OUT}} = - \frac{t_{ON}}{T}$$

$$\frac{t_{ON}}{T} = \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}}$$

$$t_{ON} = \left[ \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}} \right] T$$





# Por conservación de Energía

$$V_{IN} \cdot I_{IN} = V_{OUT} \cdot I_{OUT}$$

$$V_{IN} \cdot I_L = V_{OUT} \cdot I_{OUT}$$

$$V_{IN} \Delta I_L = V_{OUT} \Delta I_{OUT}$$

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} (\Delta I_{OUT})$$

$$I_{OUT} = \frac{V_{IN} t_{ON}}{L}$$

$$L = \frac{V_{IN} t_{ON}}{I_{OUT}} = \frac{V_{IN} \cdot t_{ON}}{\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} (\Delta I_{OUT})}$$

$$L = \frac{V_{IN}^2}{V_{OUT} (0.4 I_{OUT})} \left( \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}} \right) T$$

$$L = (2.5) \frac{V_{IN}^2 (V_{OUT} - V_{IN})}{V_{OUT} I_{OUT} (F_{CONV})} \quad \left. \begin{array}{l} \text{Cálculo de } \\ \text{Filtro de } \end{array} \right\} \text{FILTRO DE TENSION}$$

$$V = IR$$

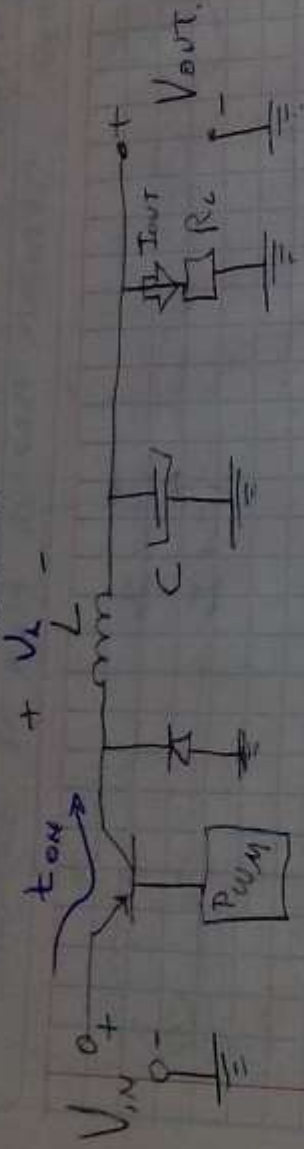
$$Q = CV \quad \Delta Q = I_{avg} t_{ON}$$

$$\Delta Q = C \Delta V \quad C = \frac{\Delta Q}{\Delta V} = \frac{I_{avg} \cdot t_{ON}}{\Delta V}$$

$$C = \frac{I_{OUT}}{\Delta V} \left( \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}} \right) T$$

$$C = \frac{I_{OUT} (V_{OUT} - V_{IN})}{2\sqrt{2} V_{RIZO} (V_{OUT}) F_{CONV} T} \quad \left. \begin{array}{l} \text{Cálculo de } \\ \text{CAPACITOR} \end{array} \right\} \text{CAPACITOR}$$

# FUENTE DE BAJADA



$$V_{OUT} < V_{IN}$$

CUANDO  $t_{ON}$

$$V_{IN} - V_L - V_0 = 0$$

$$V_L = V_{IN} - V_0 = L \frac{I_{ON}}{t_{ON}}$$

$$I_{ON} = \frac{(V_{IN} - V_0) t_{ON}}{L}$$

$$(V_{IN} - V_0) t_{ON} = V_0 t_{OFF}$$

$$V_{IN} t_{ON} = V_0 (t_{ON} + t_{OFF})$$

$$\Delta I_{OUT} = 0.4 I_{OUT}$$

$$I_{ON} = \Delta I_{OUT}$$

DE (1)

$$\Delta I_{OUT} = \frac{V_{IN} - V_0}{L} t_{ON} \Rightarrow L = \frac{V_{IN} - V_0}{\Delta I_{OUT}} t_{ON}$$

$$L = \frac{V_{IN} - V_0}{0.4 I_{OUT}} \left[ \frac{V_0 T}{V_{IN}} \right] =$$

$$L = \frac{2.5 (V_{IN} - V_0) V_0}{I_{OUT} V_{IN} f_c}$$

$$t_{OFF} \cdot L \frac{dI}{dt} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$V_L = V_0 = L \frac{I_{OFF}}{t_{OFF}}$$

$$I_{OFF} = \frac{V_0 t_{OFF}}{L}$$

BALANCE ENERGÉTICO  $I_{OFF} = I_{ON}$

$$\Rightarrow t_{ON} = \frac{V_0 T}{V_{IN}}$$

X QUE NOS INTERESA LA CANTIDAD DE ENERGÍA QUE ES CAPAZ DE ALMACENAR EL INDUCTOR.

} CÁLCULO DEL INDUCTOR.



$$I_{\text{AUG}} = \frac{1}{2} 0.2 I_0$$

$$t = \frac{1}{2} t_{\text{ON}} + \frac{1}{2} t_{\text{OFF}} = \frac{1}{2} T$$

$$\Delta V = \frac{1}{C} \Delta Q.$$

$$\Delta Q = C \Delta V = I_{\text{avg}}(t) T$$

$$C \Delta V = \left( \frac{1}{2} 0.2 I_0 \right) \frac{1}{2} T$$

$$C = \frac{0.05 I_0}{\Delta V f_c}$$

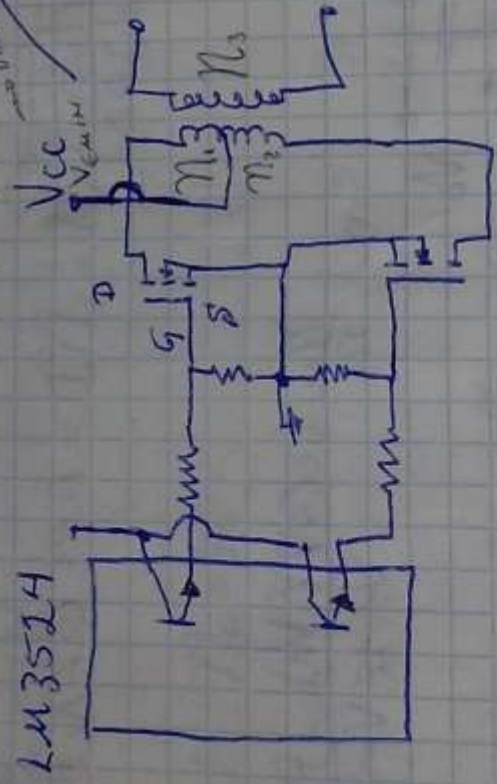
$$V_{\text{RIZO}} = \frac{\Delta V}{2\sqrt{2}}$$

$$C = \frac{0.01768 I_0}{V_{\text{RIZO}} f_c}$$

NÚCLEO DE FERRITA 809 DIC.  
 Bobina 81-87 25x20x10 mm  
 ALAMBRE 34 AWG ALAMBRE MAGNETO  $N_s = 40 \text{ AVG}$



Usar Proyecto LM3524 TRANSFORMER DE FERRITA



$N_1 = N_2 = \text{ENCUENTRADO PRIMARIO}$   
 $N_3 = \text{ENCUENTRADO SECUNDARIO}$

$$N_p = \frac{8.91}{1000} = 0.00891$$

$$N_s = \frac{10}{0.00891} = 528 \text{ vueltas}$$

$$\frac{N_2}{N_3} = \frac{N_1}{N_3} = \frac{N_p}{N_s} = 0.9 \left( \frac{V_{\text{enun}} - V_{\text{on}}}{V_s + V_f} \right)$$

$V_{\text{enun}} = \text{VOLTAGE AUMENTACION}$   
 $V_{\text{on}} = V_{\text{cc}} = 1.0 \text{ V}$   
 $D = \text{CICLO DE TRABAJO @ PUSH PULL} = 0.9$   
 $V_s = \text{VOLTAGE EFICAZ SECUNDARIO}$   
 $V_f = \text{SOLO SI EXISTE RECTIFICACION} = 0$

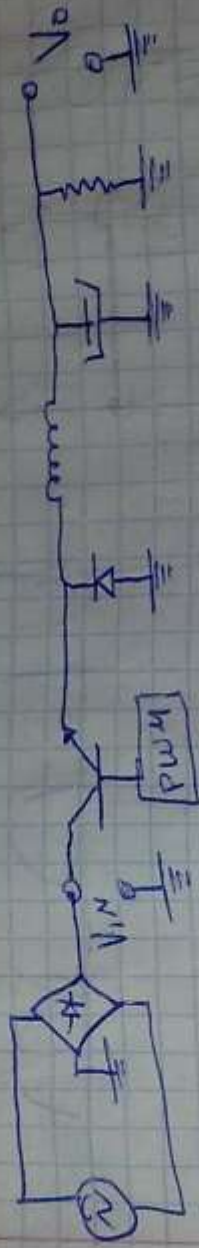
$Z_{\text{eq}} = 5$  Si  $V_{\text{enun}} = V \cdot n = 12$   $V_{\text{sac}} = 5 \text{ kV}$

$$\frac{N_p}{N_s} = 0.9 \frac{(12 - 1)(0.9)}{5000} = \frac{8.91}{5000} = 0.001782$$

$$N_s = \frac{N_p}{0.001782} = 56179 \text{ vueltas}$$

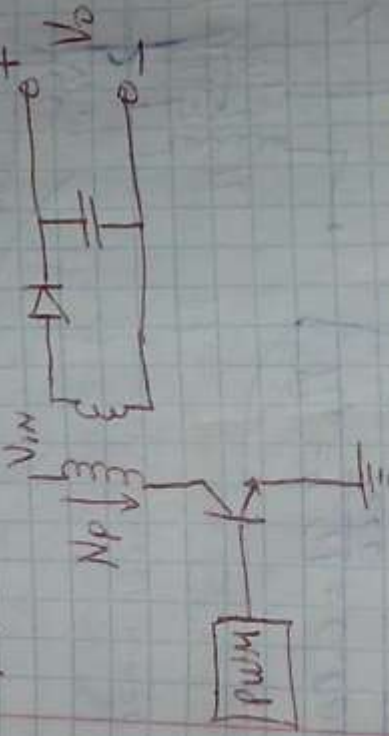
PROPUESTA 1000

# CONVERTERS C-C



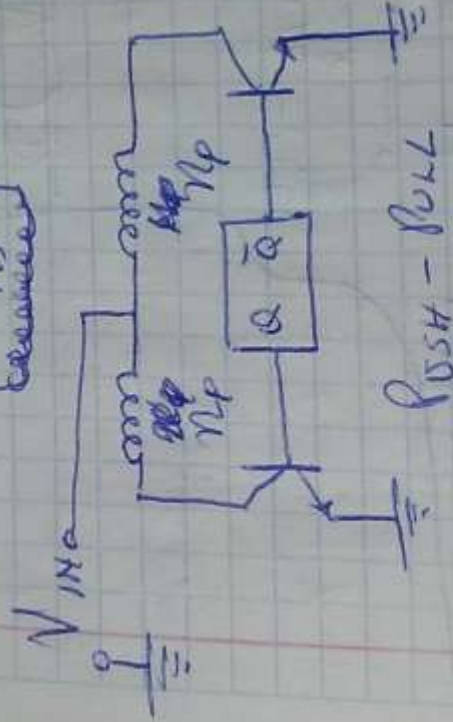
$$V_{IN} > V_O$$

FLY BACK



$$D = 0.95 @ \text{FLY BACK}$$

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{0.9 (V_{EMIN} - V_{ON}) D}{V_s + V_F}$$



$$D = 0.9 @ \text{PUSH-PULL}$$

EJEM. @ EL CÁLCULO DEL # DE VUELTAS DEL SECUNDARIO

SOL

$$V_{IN} = 160 \text{ Vcc} \quad V_f = 0$$

$$V_s = \frac{N_s}{N_p} (0.9(V_{EMIN} - V_{OR}) D)$$

$$D = 0.9$$

$$V_{EMIN} = 160 \text{ Vcc}$$

$$V_{OR} = 1 \text{ V}$$

$$N_s = \frac{N_p V_s}{0.9(V_{EMIN} - V_{OR}) D}$$

$$N_s = N_p \left[ \frac{10 \text{ KV} = 10000 \text{ V}}{0.9(160 - 1)(0.9)} \right] = N_p [77.6]$$

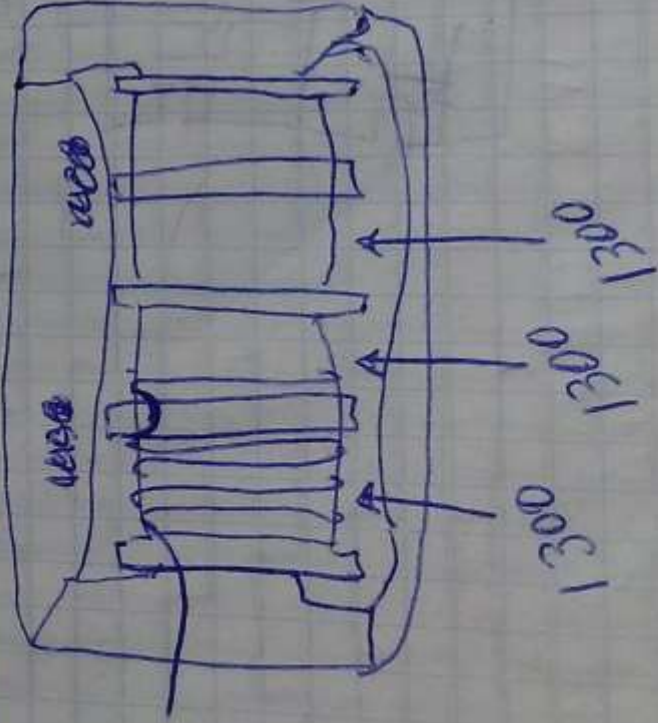
si  $N_p = 50$

$$N_s = (50)(77.5)$$

$$N_s = 3875$$

Las 50 vueltas son dobles.

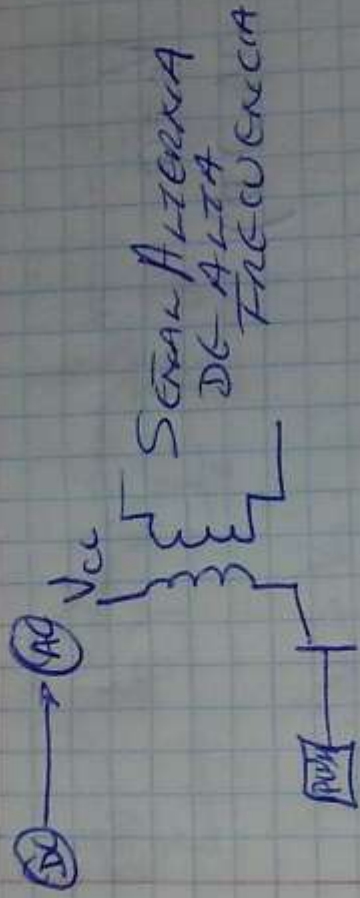
SECUNDARIO = MAS VUELTAS  $\approx$  CALIBRE ~~35~~ 35



35 SECUNDARIO

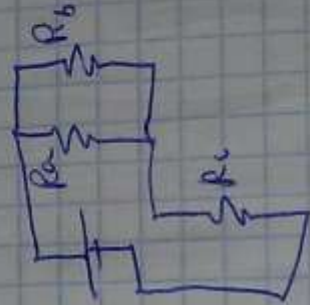
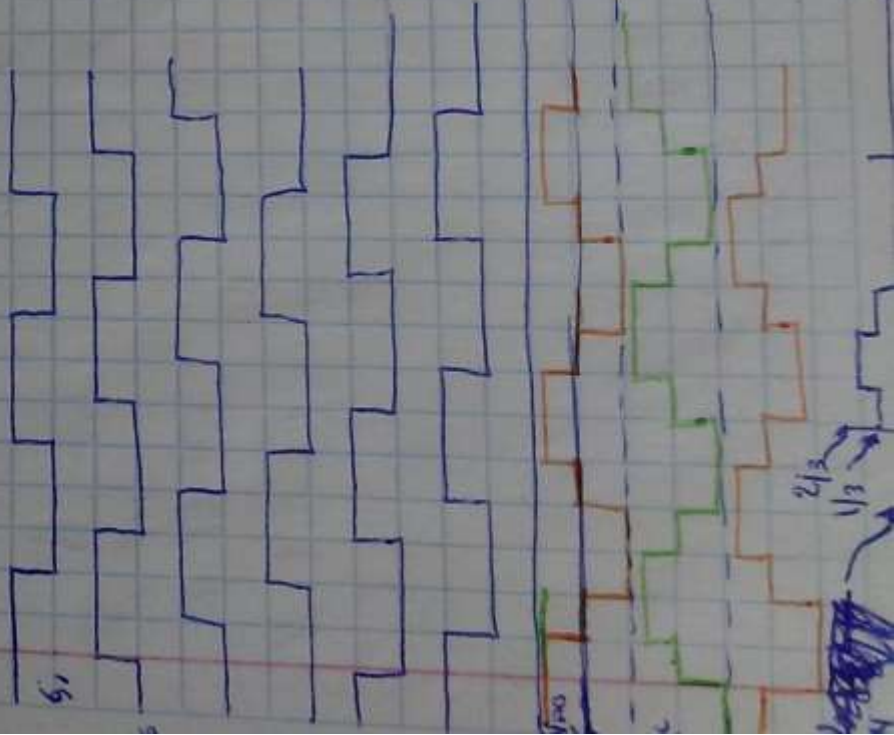
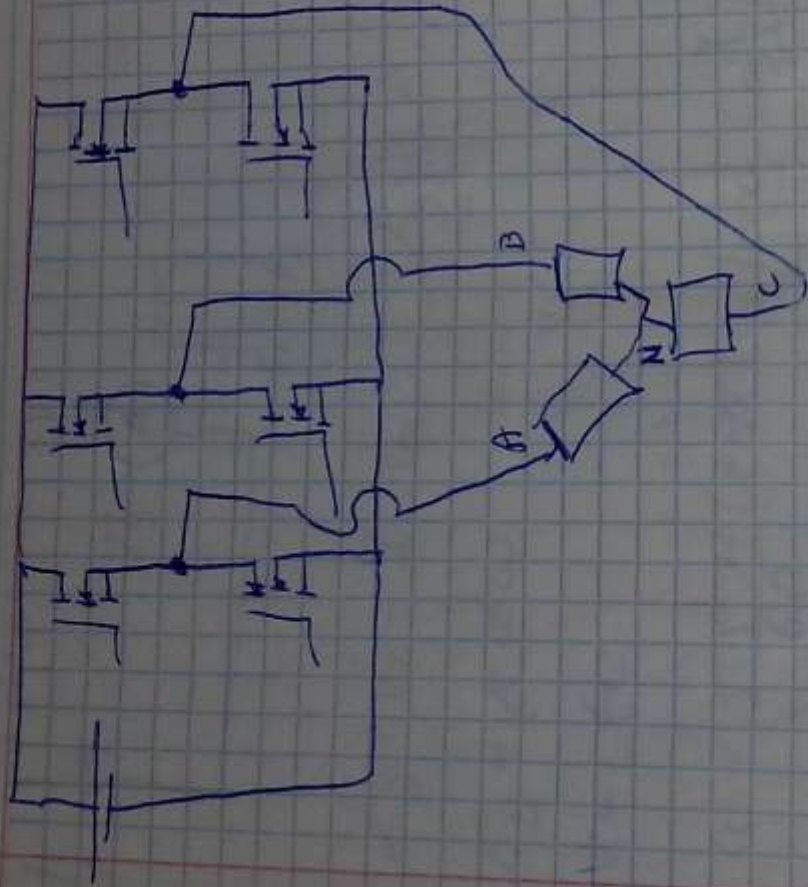
30 PRIMARIO.

# Inversores



Inversores { ONDA SENOIDAL  
ONDA CUADRADA

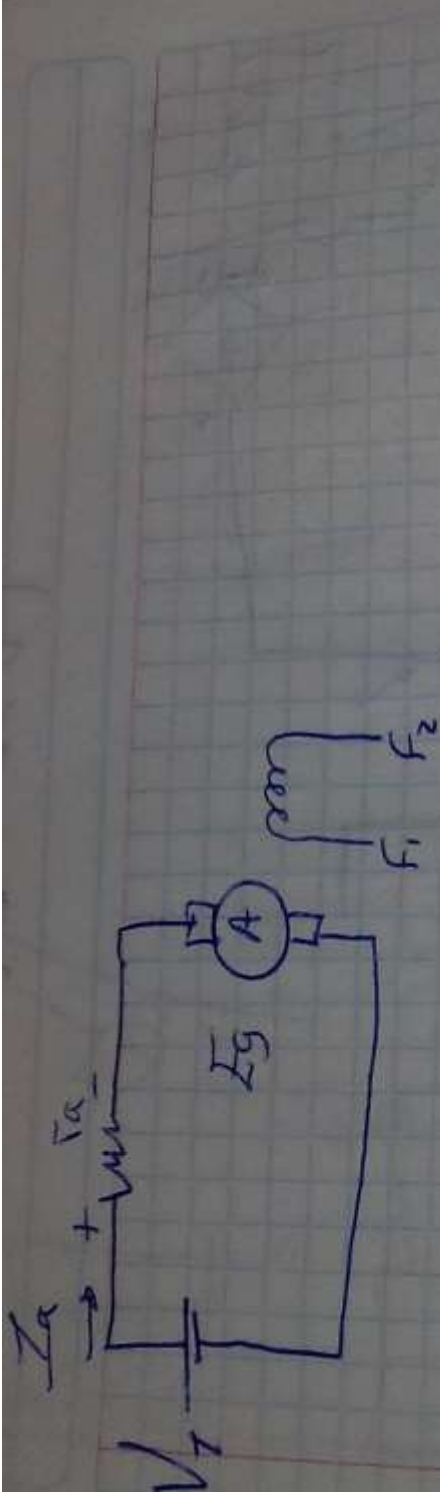




$$V_{AN} = V_g \left( \frac{\frac{R_g}{2}}{\frac{R_g}{2} + R_b} \right)$$

$$V_{AN} = \frac{1}{3} V_g$$





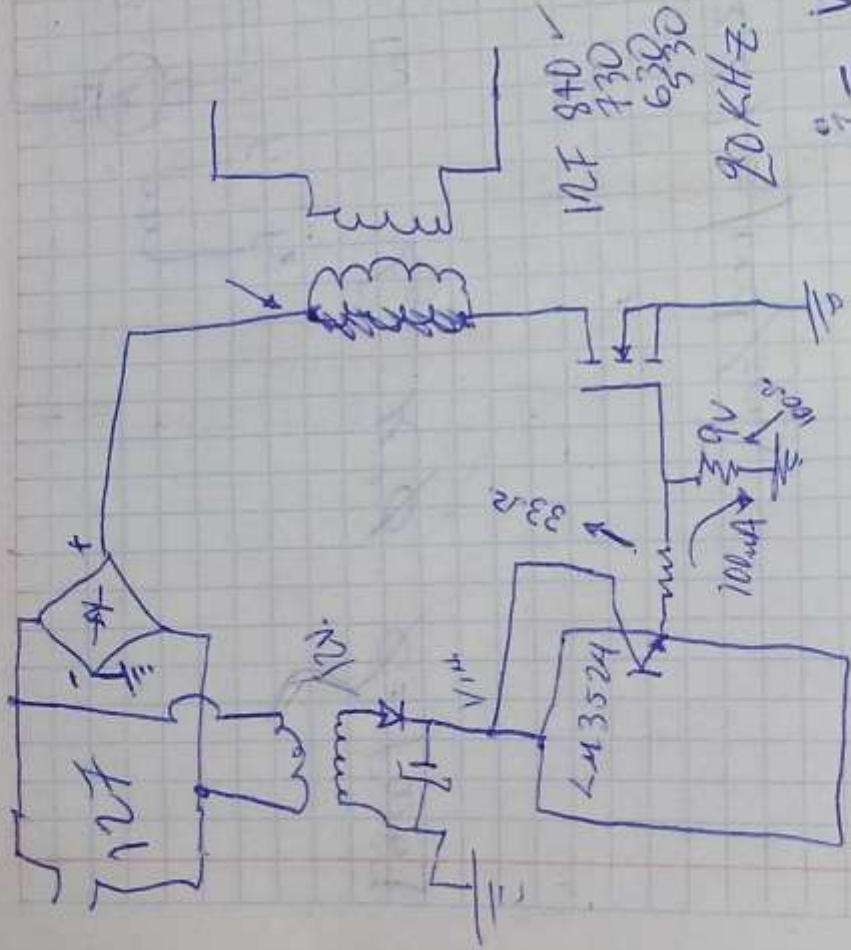
$$E_g = V_T - I_a Z_g \quad E_g = k' \phi \quad \phi = [\omega b]$$

$$E_g = k \phi \omega$$

$$k = \text{cte}$$

$$\omega = \frac{R P M (2\pi)}{60} = [\text{rad/seg}]$$

# CUBO C402

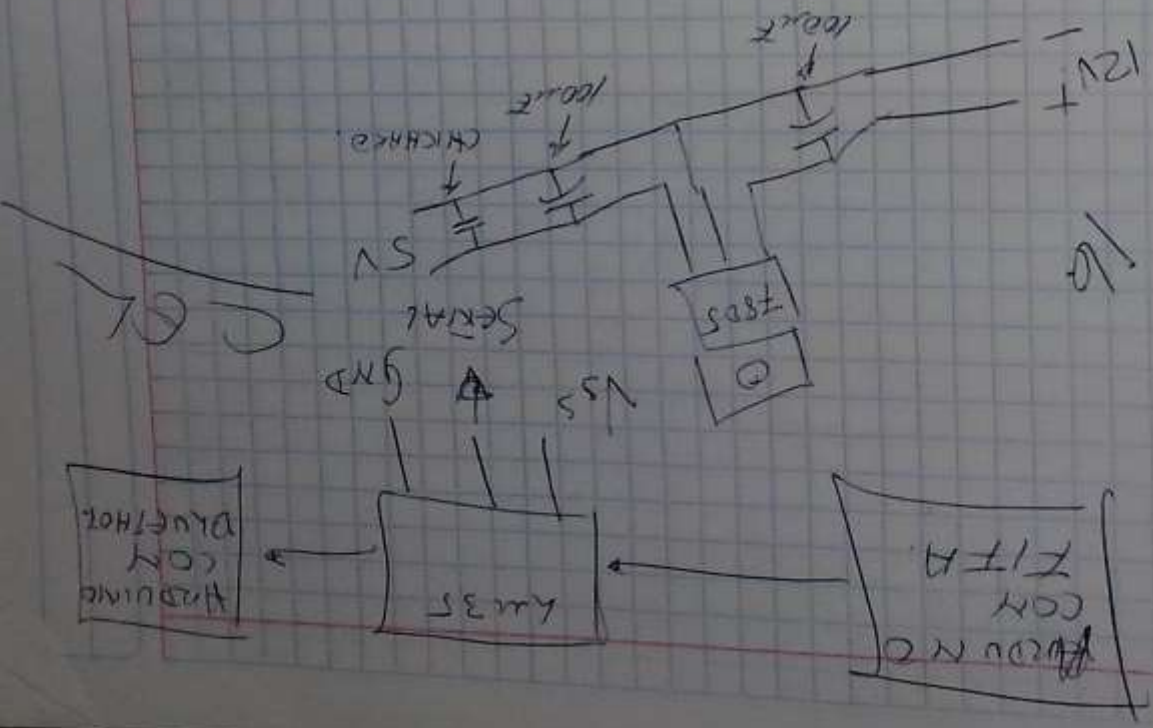


$$f = \frac{1}{R}$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{9V}{100\mu A}$$

$$R = 90 \Omega$$

$$R = 100 \Omega$$



AG ELECTRONICA S.A. DE C.V.  
DOMICILIO FISCAL  
ENRIQUE GONZALEZ MARTINEZ NO. 167  
CALLEJA SITA PARA LA REFORMA  
C.P. QUERO MEDIO L.F.  
LEGAR DE ENTONCES  
REPUBLICA DEL SALVADOR 20-F  
COLUMIA CENTRO C.P. 00100 MEXICO D.F.  
TEL / FAX: 5110-7210 R.F. 5110-7210  
FECHA DE EXPIRACION: 2 de Diciembre de 2014

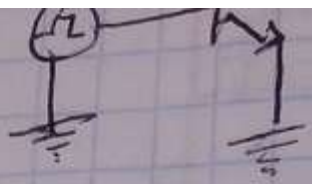
27-21:34

Foliot: 44366  
Atendido por: Ecuavente

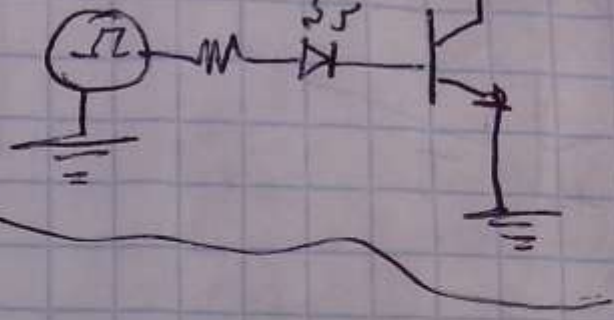
CANT	DESCRIPCION	PRECIO	TOTAL
0	100 84C	16.00	16.00
0	100 3520H	25.00	25.00

TOTAL: \$ 41.00  
(CUMENTA Y SISE PESOS 00/100 HX)  
GRACIAS POR SU COMPRA  
SU PREFERENCIA NOS PERMITE INCREMENTAR  
NUESTRO SURTIDO DE COMPONENTES

44366  
HORARIO: LUNES A VIERNES 9 A 19 HRS.  
SABADOS: 10 A 16 HRS.  
Nuestro tienda virtual  
www.apelectronica.com.mx

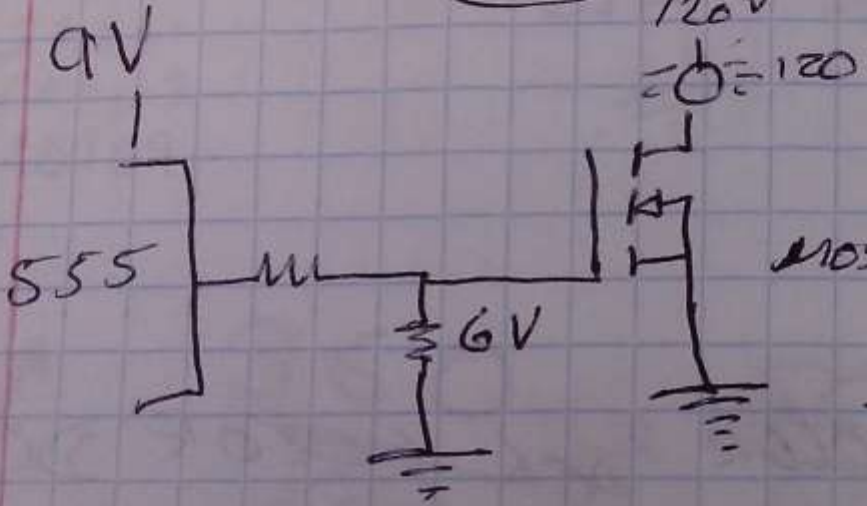


9V  
555



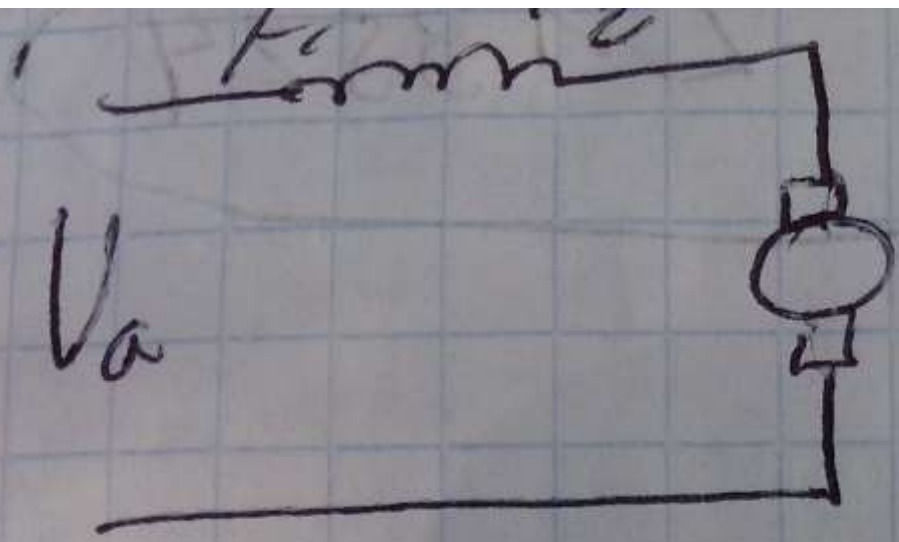
120 V  
60 W  
MJE 13

PWM



MOSFET IRXXX  
840  
IGBT 630  
730  
530

Ver LM3524



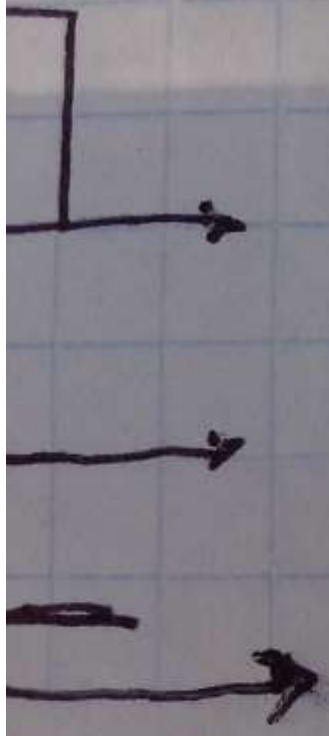
$$E = k_a \Phi \omega$$

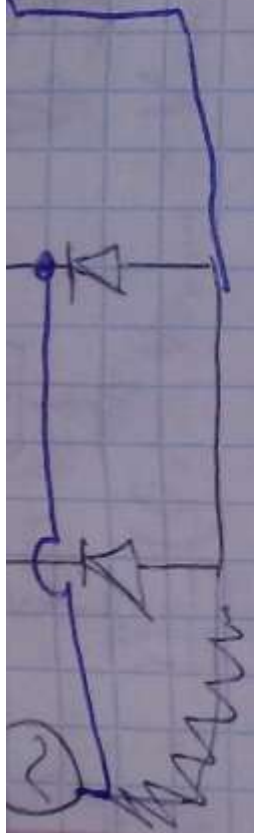
$V_a =$  TENSION DE INDUCIDO

$T =$  FUERZA CONTRA TORQUE

$\omega =$  VELOCIDAD ANGULAR

LM3524.

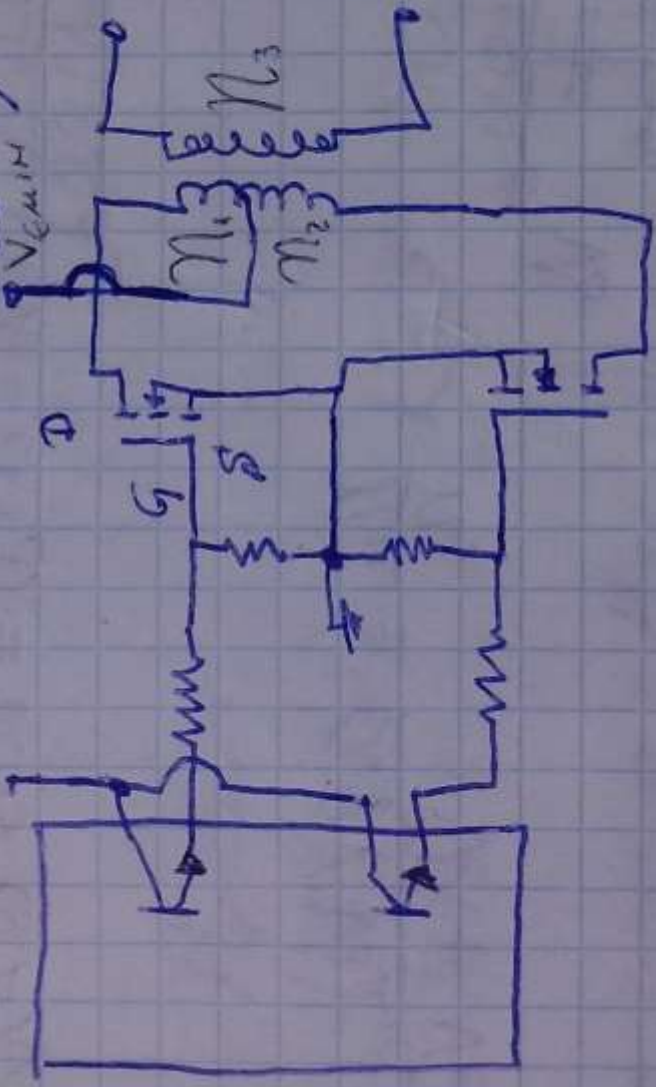




V<sub>SAR</sub> PROYECTO LM3524

LM3524

TRANSISTOR DIRECTA



$n_1 = n_2 =$   
 $n_3 = E_{out}$   
 $n_p =$   
 $n_s =$

$$\frac{n_2}{n_3} = \frac{n_1}{n_3} = \frac{n_p}{n_s} = 0.9 \frac{(V_{enH} - V_{on})D}{V_s + V_f}$$

V<sub>enH</sub> = VOLTAGE ALIMENTACIÓN

V<sub>on</sub> = V<sub>ce</sub> = 1.0 V

D = CICLO DE TRABAJO @ PUSH PULL = 0.9

V<sub>s</sub> = VOLTAGE EFICAZ SECUNDARIO

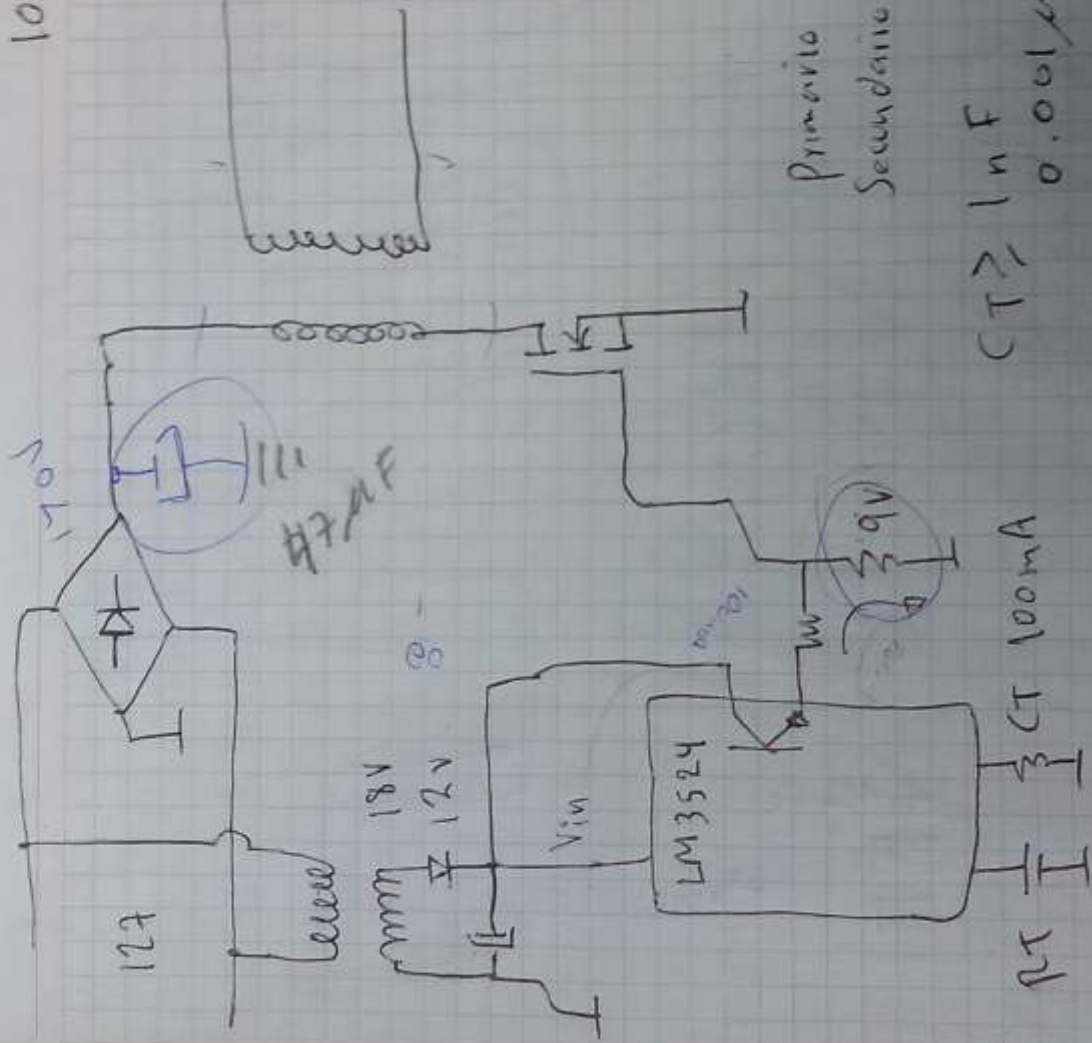
V<sub>f</sub> = SOLO SI EXISTE RECTIFICACIÓN = 0

Ej. Si V<sub>enH</sub> = V<sub>on</sub> = 12 V<sub>SAR</sub> = 5K

# Diagrama de Proyecto

Exdama  
11 DIC.

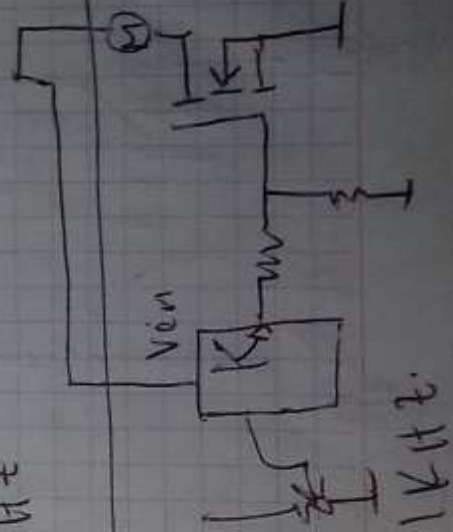
10-12



Primario 30  
Secundario 35

$CT \geq 1nF$   
 $0.001\mu F$   
 $R_T \geq 1.8K$

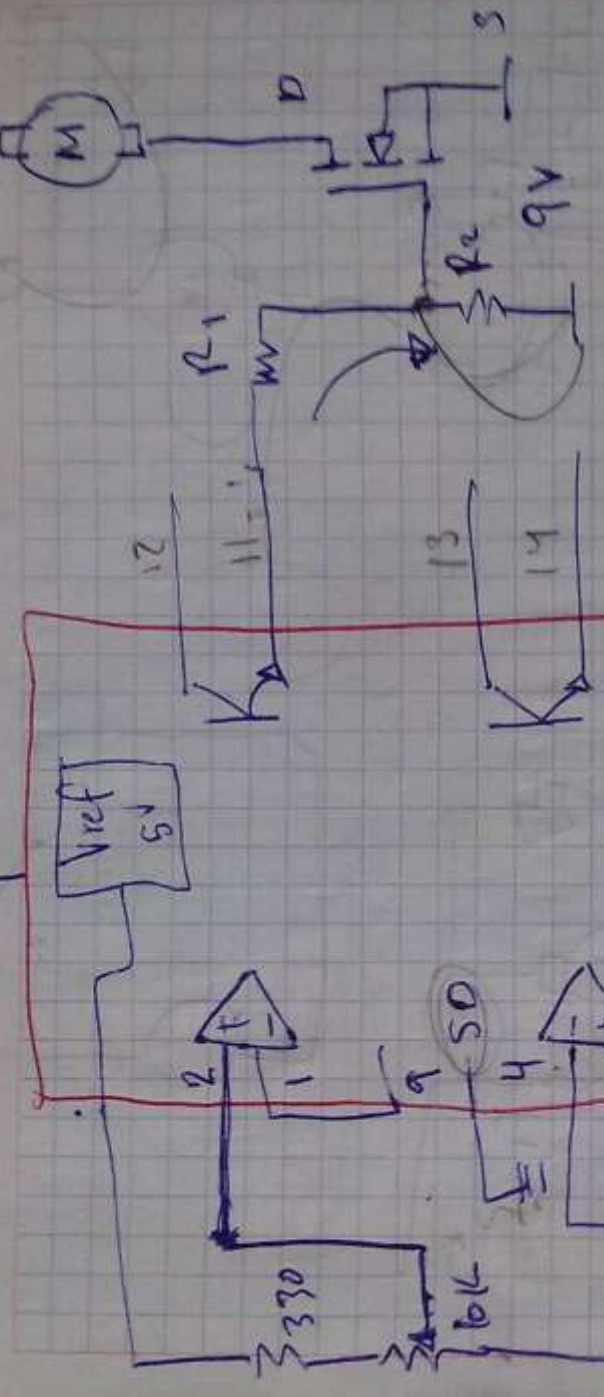
20kΩ



Practica.

$+V_{CC} 150V$

$840V_{max}$   
 $10^{-4}06$



100 mA

100 Hz  
1 kHz

$$C_T \geq \frac{1}{f} = 0.001 \mu F$$

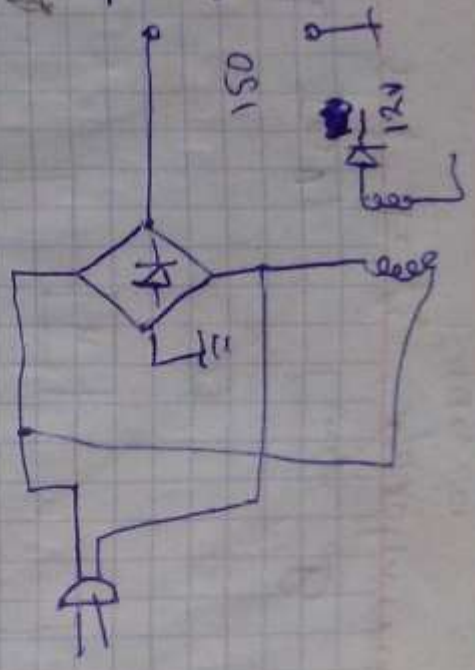
$$V_{P1} = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{100kA}$$

$$f_{osc} = \frac{1}{R_T C_T}$$

$$V_{P1} + V_{P2} = 0$$

$$R_T \geq 1.8k$$

$$f_1 = \frac{-9V}{100mA}$$

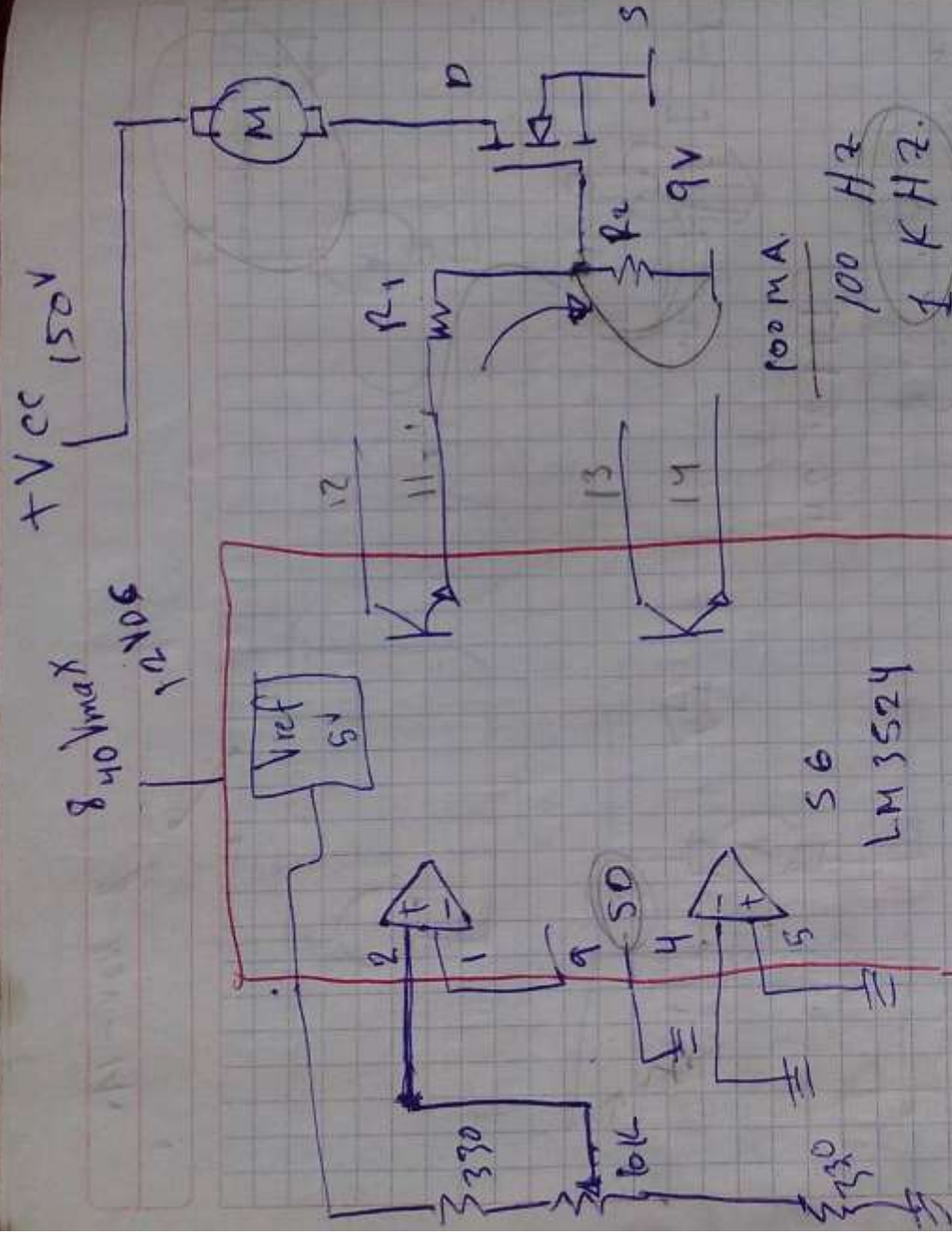


$R_{T1} + R_{T2}$   
 $+ R_{T1} + R_{T2} + 9V = 0$

$$\frac{V_{CC} - 9}{100(100kA)} = -9$$

$$V_{I1} = 9(100kA) + 9$$





$$C_T \geq I_n T = 0.001 \mu F$$

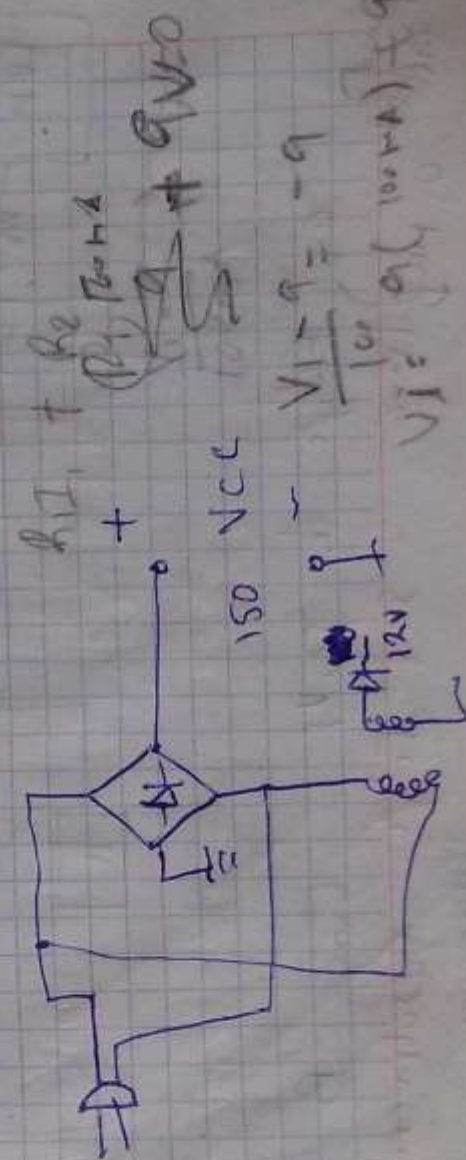
$$R_T \geq 1.8K$$

$$R_1 = \frac{-9V}{100mA}$$

$$C_T = \frac{R_T I_n}{V_{ref} - V_{ref}}$$

$$V_{ref} = \frac{V_{ref} - V_{ref}}{100mA}$$

$$f_{osc} = \frac{1}{R_T C_T}$$



## FILTRO ELECTROSTATICO CONTRA LA CONTAMINACION

Elimine las partículas de contaminación en suspensión en el aire o emanadas de procesos industriales y experimentales con un filtro electrostático muy simple y económico. Basado en principios usados en los filtros de industrias, esta versión de pequeño tamaño puede ser eficiente para eliminar diversas formas de contaminación.

Por Newton C. Braga

**N**o es necesario explicar lo que significa la contaminación del aire, principalmente en los grandes centros urbanos donde vehículos y fábricas lanzan todos los días centenares de toneladas de partículas y gases indeseables a la atmósfera.

Las personas sensibles sufren alergias permanentes, y las ropas, obras de arte y otros objetos delicados, son atacados por un proceso de deterioro, sin hablar de la suciedad.

Depositos de contaminación pueden observarse en los muros de las casas junto a las grandes avenidas con una coloración negra apenas de los contaminantes que respiramos sin darnos cuenta.

¿Cómo eliminar estos contaminantes?

Las preocupaciones van desde el momento en que estos contaminantes son lanzados en la atmósfera hasta el momento en que llegan a nuestros casas o nuestros negocios.

Algunos sistemas colocados en chimeneas y vehículos se han mostrado efectivos, pero son caros, lo que impide que sean usados en la cantidad que sería necesaria para volver más respirable el aire.

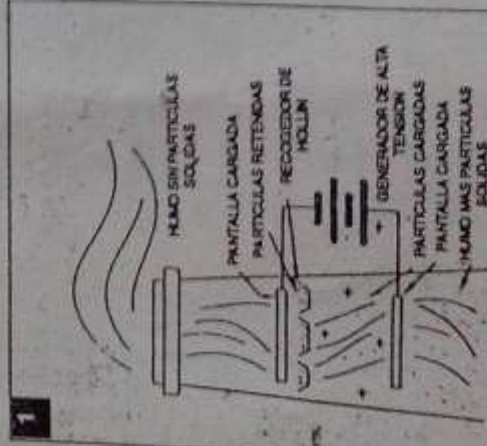
En una escala menor, si no podemos contar con estos filtros en todas las fuentes de contaminación y la vida se va volviendo insostenible, tenemos que intentar eliminarla en una fuente nuestra. Una solución consiste en usar el filtro que describimos en este artículo.

Basado en el mismo principio de los filtros electrostáticos usados en chimeneas y, hasta en vehículos, el filtro descrito tiene una eficiencia comprobada con determinados tipos de partículas contaminantes, lo que significa que para cada caso el usuario debe hacer experimentos para verificar si satisface sus

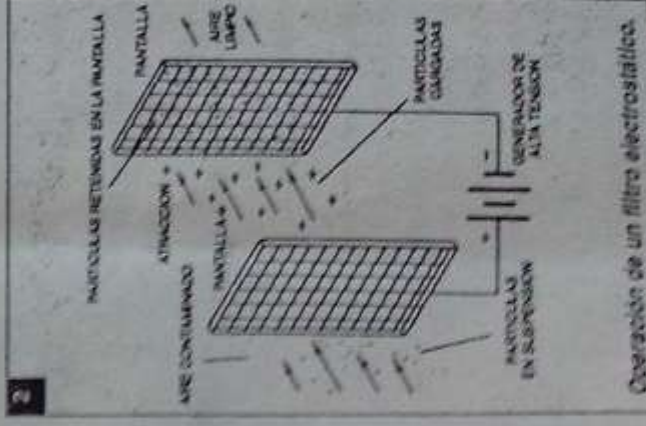
necesidades.  
El filtro en cuestión "carga" las partículas de contaminación con electricidad estática para después atraerlas hacia una pantalla donde se depositan, evitando así su dispersión en la atmósfera o su entrada en un ambiente (figura 1).

Entre las posibles aplicaciones para nuestro filtro, destacamos las siguientes:

- Filtros para residencias o cuartos



Filtro electrostático en chimenea de fábrica.



Operación de un filtro electrostático.

# FILTRO ELECTROSTATICO CONTRA LA CONTAMINACION

Elimine las partículas de contaminación en suspensión en el aire o emanadas de procesos industriales y experimentales con un filtro electrostático muy simple y económico. Basado en principios usados en los filtros de industrias, esta versión de pequeño tamaño puede ser eficiente para eliminar diversas formas de contaminación.

Por Newton C. Braga

No es necesario explicar lo que significa la contaminación del aire, principalmente en los grandes centros urbanos donde vehículos y fábricas lanzan todos los días centenares de toneladas de partículas y gases indeseables a la atmósfera.

Las personas sensibles sufren alergias permanentes, y las ropas, obras de arte y otros objetos delicados, son atacados por un proceso de deterioro, sin hablar de la suciedad.

Depositos de contaminación pueden observarse en los muros de las casas junto a las grandes veredas con una frecuencia mayor de la de los contaminantes que respiramos en el interior.

¿Cómo eliminar esta contaminación? Las precipitaciones van desde el nivel de que están contaminadas en las lluvias en la atmósfera hasta el momento en que llegan a nuestras casas y calles sucias.

Algunos sistemas diseñados en chimeneas y vehículos se han mostrado efectivos, pero son caros lo que impide que sean usados en la cantidad que sería necesaria para volver más respirable el aire.

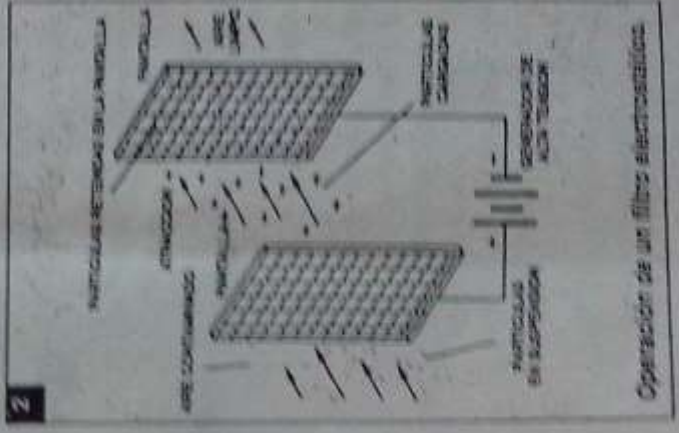
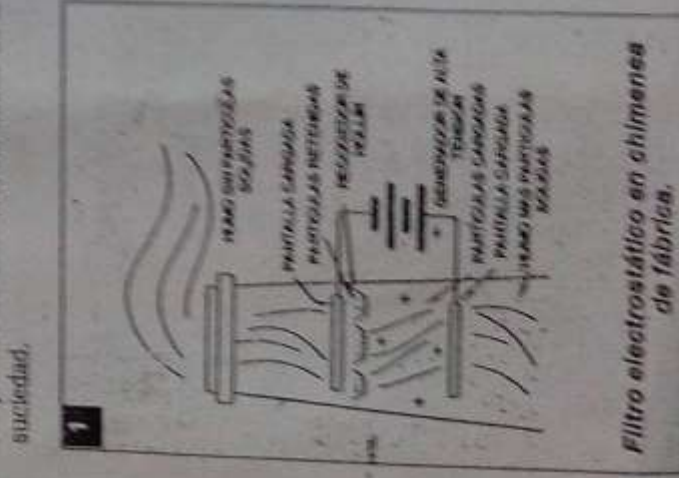
En una escala menor, si no podemos contar con esos filtros en todas las fuentes de contaminación y la vida se va volviendo insostenible, tenemos que inventar una alternativa en una fuente sucia. Una solución consiste en usar el filtro que describimos en este artículo.

Basado en el mismo principio de los filtros electrostáticos usados en chimeneas y hasta en vehículos, el filtro descrito tiene una estructura compuesta de dos determinadas láminas de partículas contaminantes, lo que significa que para cada caso el usuario debe hacer algunos ajustes para verificar si satisface sus

necesidades. El filtro en cuestión "carga" las partículas de contaminación con electricidad negativa para después atraerlas hacia una pantalla donde se depositan, evitando así su dispersión en la atmósfera o su entrada en un ambiente (figura 1).

Entre las posibles aplicaciones para nuestros filtros, destacamos las siguientes:

- Filtros para residencias o cuevas



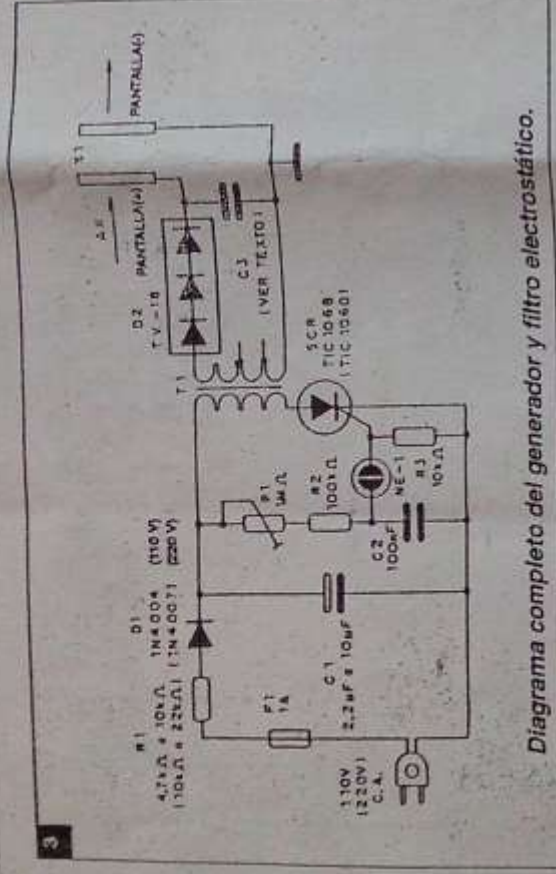


Diagrama completo del generador y filtro electrostático.

evitando la entrada de contaminantes.

- Filtros para pequeñas industrias evitando la salida de contaminantes o su lanzamiento a la atmósfera.

- Filtros para motores pequeños, evitando que lancen humos y contaminantes.

- Filtros para cámaras de pintura evitando la salida de pintura u olores.

Evidentemente, la eficiencia del sistema depende de qué se pretende bloquear, ya que el sistema no opera frente a gases o en condiciones de gran densidad o presión.

**Características**

- Tensión de entrada: 110V ó 220V CA.
- Consumo: 1 a 2 watt.
- Tensión electrostática: 10 a 20kV.

**Cómo funciona**

El principio de funcionamiento del sistema es simple: si hacemos que las partículas de contaminación pasen por una tela metálica dotada de una fuerte carga electrostática, esta carga se transfiere a las partículas mayores que entonces son repelidas (figura 2).

Llevadas por la corriente de aire, las partículas repelidas encuentran una segunda pantalla de metal que es cargada con electricidad de polaridad opuesta.

tener la contaminación. Se deben hacer experimentos en cada tipo de aplicación en el sentido de obtener el rendimiento deseado.

El circuito básico consiste en un oscilador de relajación con una lámpara neón.

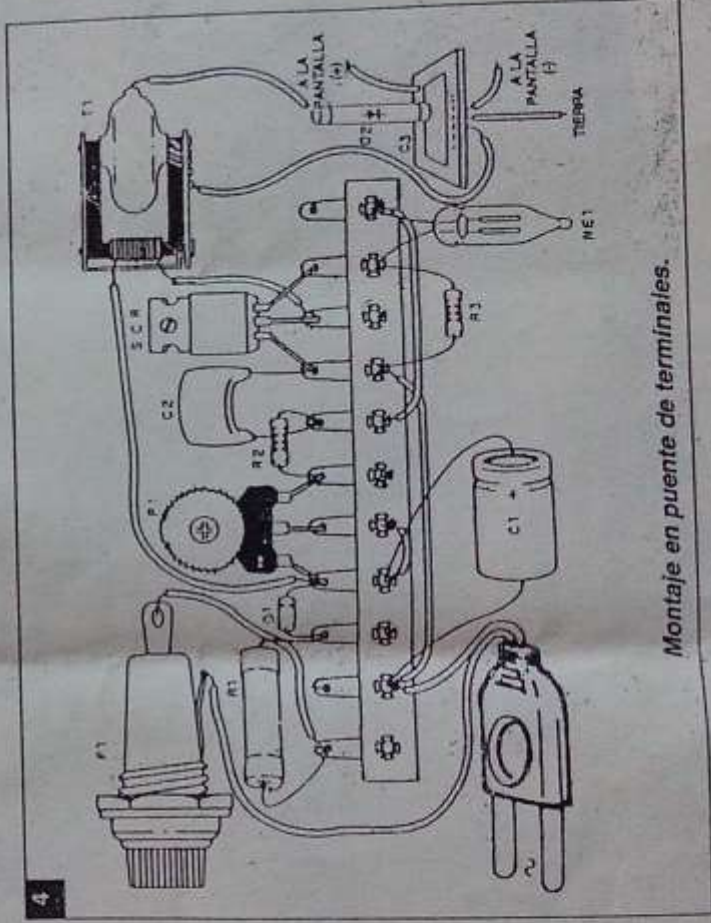
Cuando eso ocurre, un fuerte impulso es llevado a la compuerta del SCR que, juntamente con el bobinado de un transformador de alta tensión cierra el circuito de descarga de C1.

El resultado es que con el disparo del SCR, C1 se descarga a través del bobinado primario de T1 produciendo una alta tensión en su secundario.

En cuanto C1 se descarga, el SCR se desconecta y la lámpara neón se apaga, habiendo entonces un nuevo proceso de carga tanto de C1 como de C2 para la producción de un nuevo pulso.

P1 es ajustado en el sentido de que tenemos una frecuencia de 1 a 20 pulsos por segundo, lo que garantiza un buen rendimiento para el aparato.

La alta tensión del secundario del transformador, que no es más que un "flyback" de televisor, puede tener un valor de pico entre 8 y 20kV, siendo entonces aplicada a un diodo rectificador de muy alta tensión (MAT) obteniéndose con eso la carga del capacitor C3 y de la pan-



Montaje en puente de terminales.

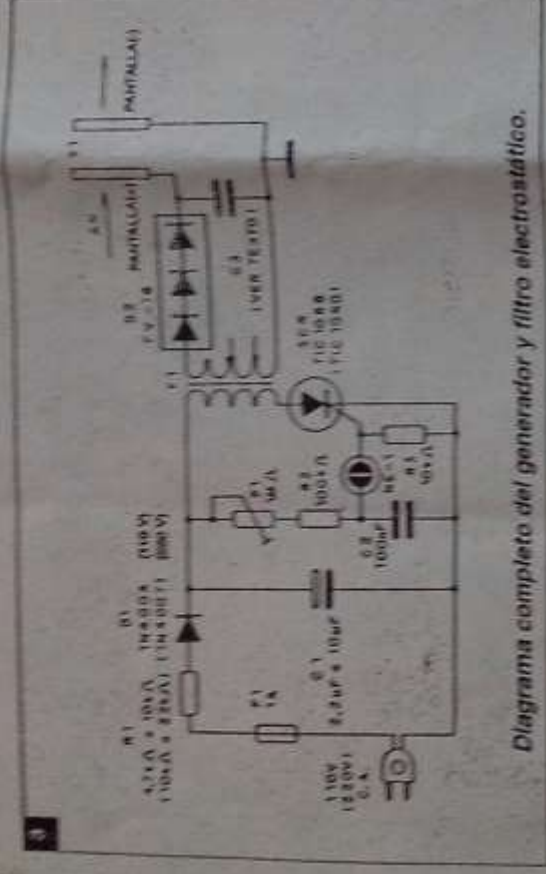


Diagrama completo del generador y filtro electrostático.

evitando la entrada de contaminantes.

- Filtros para pequeñas industrias evitando la salida de contaminantes o su lanzamiento a la atmósfera.

- Filtros para motores pequeños, evitando que lancen humos y contaminantes.

- Filtros para cámaras de pintura evitando la salida de pintura u olores.

Evidentemente, la eficiencia del sistema depende de qué se pretende bloquear, ya que el sistema no opera frente a gases o en condiciones de gran densidad o presión.

**Características**

- Tensión de entrada: 110V ó 220V CA.
- Consumo: 1 a 2 watt.
- Tensión electrostática: 10 a 20kV.

**Cómo funciona**

El principio de funcionamiento del sistema es simple: si hacemos que las partículas de contaminación pasen por una tela metálica dotada de una fuerte carga electrostática, esta carga se transfiere a las partículas mayores que entonces son repelidas (figura 2).

Llevadas por la corriente de aire, las partículas repelidas encuentran una segunda pantalla de metal que es cargada con electricidad de polaridad opuesta.

tener la contaminación. Se deben hacer experimentos en cada tipo de aplicación en el sentido de obtener el rendimiento deseado.

El circuito básico consiste en un oscilador de relajación con una lámpara neón.

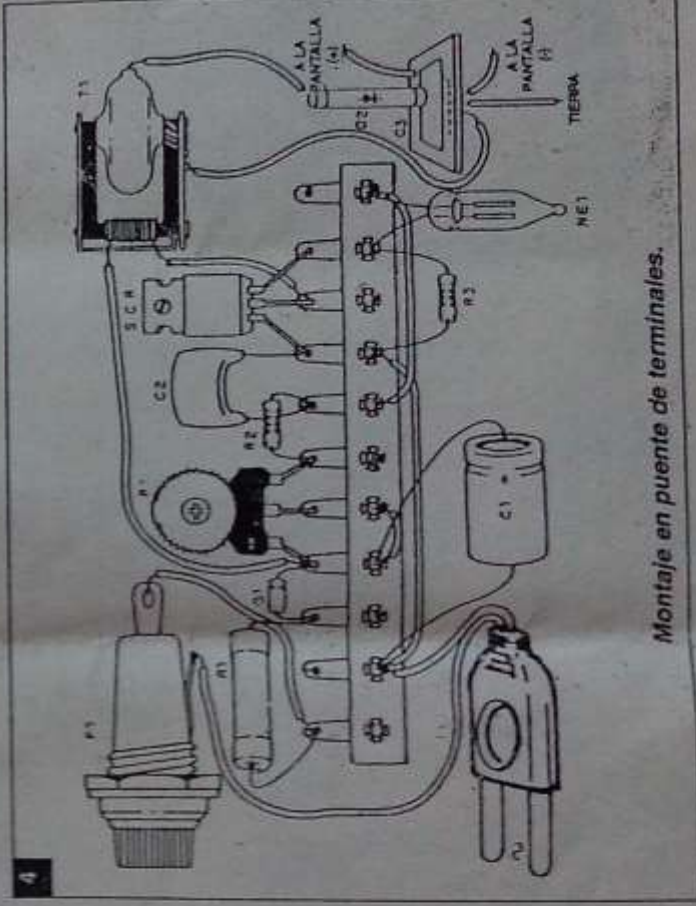
Cuando eso ocurre, un fuerte impulso es llevado a la compuerta del SCR que, juntamente con el bobinado de un transformador de alta tensión cierra el circuito de descarga de C1.

El resultado es que con el disparo del SCR, C1 se descarga a través del bobinado primario de T1 produciendo una alta tensión en su secundario.

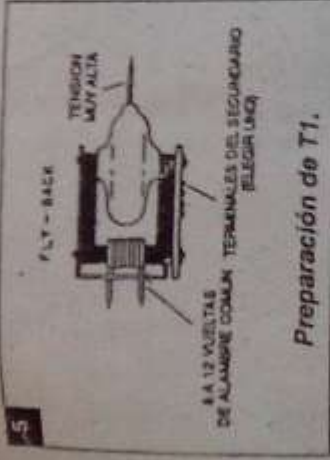
En cuanto C1 se descarga, el SCR se desconecta y la lámpara neón se apaga, habiendo entonces un nuevo proceso de carga tanto de C1 como de C2 para la producción de un nuevo pulso.

P1 es ajustado en el sentido de que tenemos una frecuencia de 1 a 20 pulsos por segundo, lo que garantiza un buen rendimiento para el aparato.

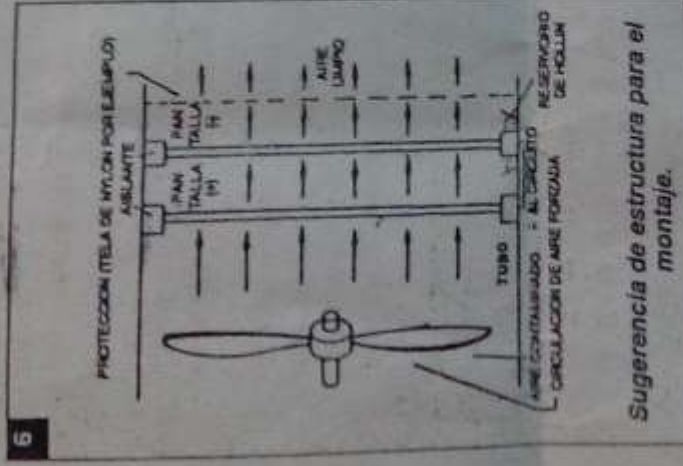
La alta tensión del secundario del transformador, que no es más que un "flyback" de televisor, puede tener un valor de pico entre 8 y 20kV, siendo entonces aplicada a un diodo rectificador de muy alta tensión [MAT] obteniéndose con eso la carga del capacitor C3 y de la pan-



Montaje en puente de terminales.



Preparación de T1.



Sugerencia de estructura para el montaje.

resistor debe ser de alambre de 10W.  
El bajo consumo, del orden de algunos watt, permite que el aparato permanezca conectado permanentemente sin que haya un aumento apreciable en la cuenta de energía.

Montaje

En la figura 3 tenemos el diagrama completo de la parte electrónica del filtro electrostático.

Los componentes pueden ser instalados en una placa de circuito impreso o en puente de terminales conforme muestra la figura 4.

El resistor R1 es de alambre. Los valores dependen de la tensión de la red. En el diagrama, los valores indicados entre paréntesis son para la red de 220V.

Los demás resistores son de 1/8W ó 1/4W y P1 tanto puede ser un trimpot como un potenciómetro, dependiendo de la aplicación.

El diodo D2 puede ser cualquier diodo rectificador de muy alta tensión (MAT) de televisión como el TV-18 ó equivalente.

T1 es un flyback de cualquier televisor. Debemos bobinar 8 a 12 espiras de alambre común en la parte inferior del núcleo según muestra la figura 5, de modo de tener el primario. El capacitor C1 puede ser electrolítico o de políéster con los valores en la banda indicada. La tensión de trabajo debe ser de por lo menos 200V si la red fuera de 110V y de por lo menos 400V si la red fuera de 220V.

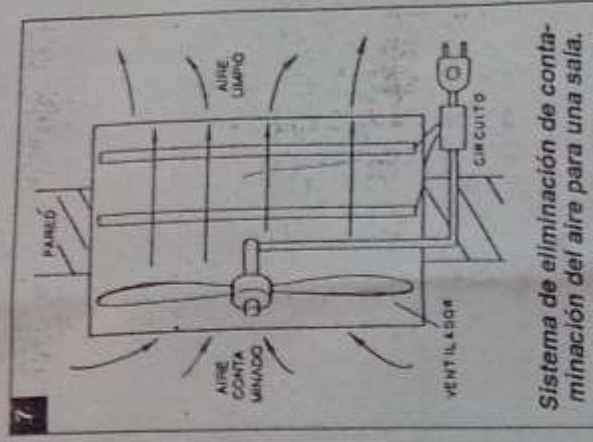
Dada la baja potencia de la operación, el SCR no necesitará de disipador de calor.

C3 es un pequeño capacitor hecho con una chapa de vidrio de 2 a 4mm de espesor y de 10 x 10cm de lado. Dos hojas de aluminio de 7x7cm se colocan una en cada cara de la hoja de vidrio de modo de formar las armaduras (puede reemplazarse por un capacitor de 100pf x 10W)

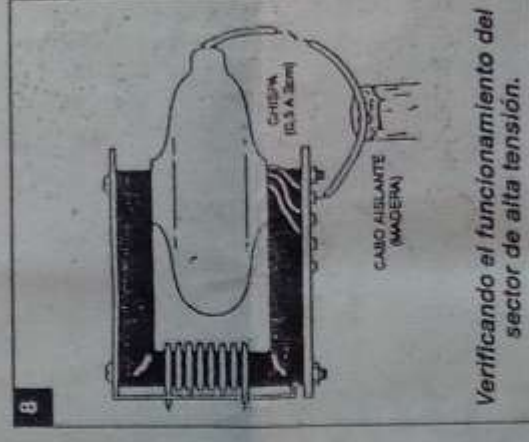
La lámpara de neón es común NE-2H ó equivalente y el fusible de 1A debe ser montado en una base apropiada.

La parte mecánica del aparato admite variaciones.

Podemos montar la parte electrónica



Sistema de eliminación de contaminación del aire para una sala.



Verificando el funcionamiento del sector de alta tensión.

en una caja y llevar la alta tensión hasta las pantallas por un cable extenso (no mayor de 3 metros), o montar el conjunto en un lugar único.

Para instalación remota de las pantallas debemos usar cable especial de alta tensión. Estas pantallas pueden tener hasta 40x40cm y deben quedar separadas por una distancia de 4cm aproximadamente, para que no salten chispas entre ellas (figura 6).

La conexión a tierra puede hacerse en cualquier objeto metálico que tenga contacto con el suelo.

La pantalla interna, no puesta a tierra, queda sometida a una tensión de millares de volt y por lo tanto puede ocasionar

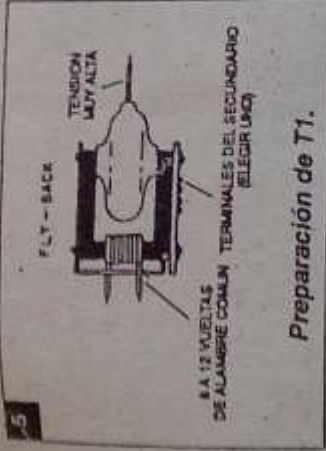
talla del aire contaminado.

Entre el otro polo del sistema y la tierra se conecta la segunda pantalla que automáticamente tendrá carga de polaridad opuesta.

Como la finalidad del circuito es solamente mantener las pantallas cargadas, ya que la fuga de partículas que "llevan" las cargas es pequeña, precisamos muy poca energía.

De esta forma, los pulsos en la frecuencia indicada representan un consumo muy bajo de energía, básicamente dado por el valor de R1 y también por el valor de C1.

En una aplicación experimental en que se desea mayor potencia (dado el tamaño de las pantallas o el flujo de contaminación), podemos reducir 2.2kΩ (220V) o incluso R1 a 1kΩ (110V) y aumentar C1 a valores de hasta 30µF. En este caso el



Preparación de T1.

resistor debe ser de alambre de 10W. El bajo consumo, del orden de algunos watt, permite que el aparato permanezca conectado permanentemente sin que haya un aumento apreciable en la cuenta de energía.

Montaje

En la figura 3 tenemos el diagrama completo de la parte electrónica del filtro electrostático.

Los componentes pueden ser instalados en una placa de circuito impreso o en puente de terminales conforme muestra la figura 4.

El resistor R1 es de alambre. Los valores dependen de la tensión de la red. En el diagrama, los valores indicados entre paréntesis son para la red de 220V.

Los demás resistores son de 1/8W ó 1/4W y P1 tanto puede ser un trimpot como un potenciómetro, dependiendo de la aplicación.

El diodo D2 puede ser cualquier diodo rectificador de muy alta tensión (MAT) de televisión como el TV-12 ó equivalente.

T1 es un flyback de cualquier televisión. Debemos bobinar 8 a 12 espiras de alambre común en la parte inferior del núcleo según muestra la figura 5, de modo de tener el primario. El capacitor C1 puede ser electrolítico o de políester con los valores en la banda indicada. La tensión de trabajo debe ser de por lo menos 200V si la red fuera de 110V y de por lo menos 400V si la red fuera de 220V.

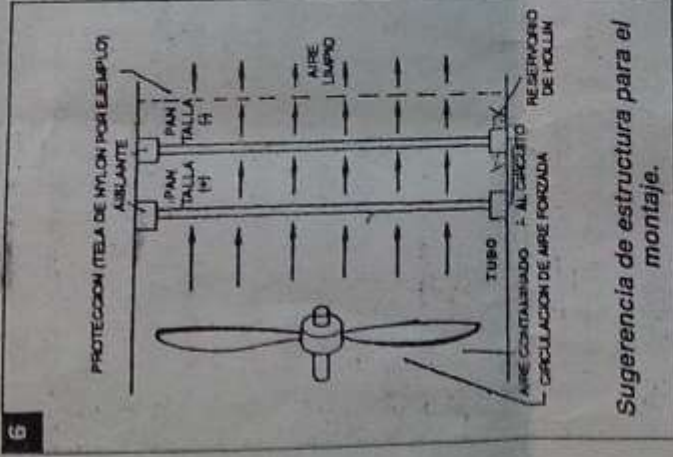
Dada la baja potencia de la operación, el SCR no necesitará de disipador de calor.

C3 es un pequeño capacitor hecho con una chapa de vidrio de 2 a 4mm de espesor y de 10 x 10cm de lado. Dos hojas de aluminio de 7x7cm se colocan una en cada cara de la hoja de vidrio de modo de formar las armaduras (puede reemplazarse por un capacitor de 100pf x 10W).

La lámpara de neón es común NE-2H ó equivalente y el fusible de 1A debe ser montado en una base apropiada.

La parte mecánica del aparato admite variaciones.

Podemos montar la parte electrónica



Sugerencia de estructura para el montaje.

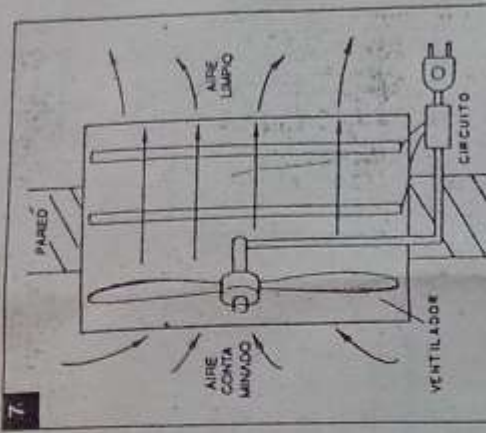
talla del aire contaminado.

Entre el otro polo del sistema y la tierra se conecta la segunda pantalla que automáticamente tendrá carga de polaridad opuesta.

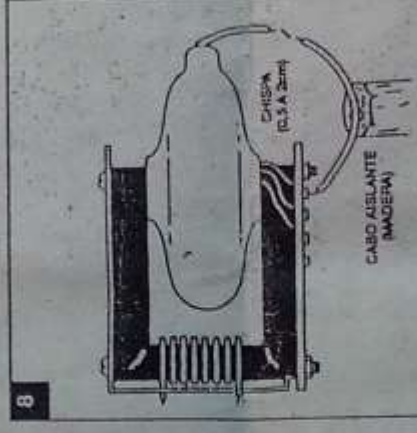
Como la finalidad del circuito es solamente mantener las pantallas cargadas, ya que la fuga de partículas que "llevan" las cargas es pequeña, precisamos muy poca energía.

De esta forma, los pulsos en la frecuencia indicada representan un consumo muy bajo de energía, básicamente dado por el valor de R1 y también por el valor de C1.

En una aplicación experimental en que se desea mayor potencia (dado el tamaño de las pantallas o el flujo de contaminantes), podemos reducir 2,2kΩ (220V) o incluso R1 a 1kΩ (110V) y aumentar C1 a valores de hasta 30μF. En este caso el



Sistema de eliminación de contaminación del aire para una sala.



Verificando el funcionamiento del sector de alta tensión.

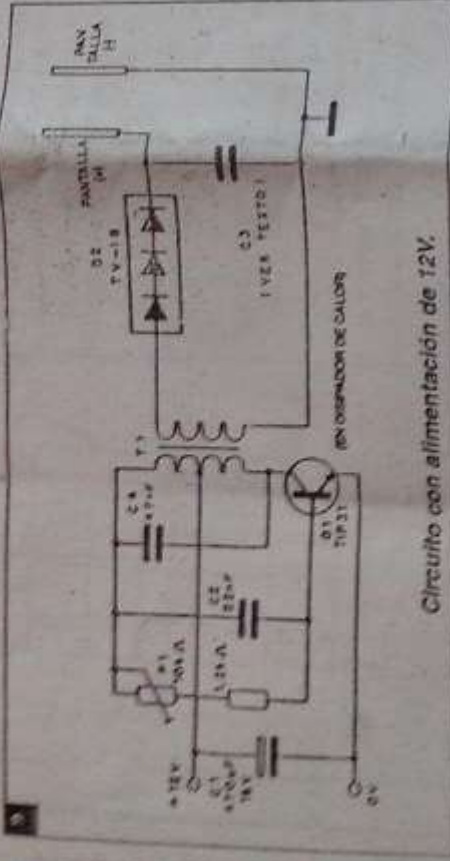
en una caja y llevar la alta tensión hasta las pantallas por un cable extenso (no mayor de 3 metros), o montar el conjunto en un lugar único.

Para instalación remota de las pantallas debemos usar cable especial de alta tensión. Estas pantallas pueden tener hasta 40x40cm y deben quedar separadas por una distancia de 4cm aproximadamente, para que no salten chispas entre ellas (figura 6).

La conexión a tierra puede hacerse en cualquier objeto metálico que tenga contacto con el suelo.

La pantalla interna, no puesta a tierra, queda sometida a una tensión de millares de volt y por lo tanto puede ocasionar

# FILTRO ELECTROSTATICO



Circuito con alimentación de 12V.

choques peligrosos si se toca. Esta pantalla debe ser debidamente protegida contra contactos accidentales.

Compruébala la presencia de alta tensión podemos pensar en el montaje de las pantallas que deben estar bien aisladas, principalmente la que va conectada a D2.

El ventilador, si se utiliza, puede ser conectado juntamente con el aparato, utilizándose un interruptor único.

### Conclusión

Evidentemente los resultados finales se hallarán experimentando en los distintos casos, que pueden variar tanto como las sustancias contaminantes predominantes y su cantidad.

Algunas observaciones pueden sin embargo ser útiles para los lectores interesados en este proyecto.

Una de ellas se refiere al hecho de que

una pequeña porción de cargas puede pasarse por las pantallas ionizando así el aire. Invertiendo el diodo tendremos una ionización negativa que, según se comprueba, parece tener un buen efecto sobre las personas, "relajándolas".

Otra característica interesante del aparato es que el ruido o chillido que emite la pantalla indicando el escape de cargas, puede también causar la producción de ozono, que posee una acción bactericida y por lo tanto purificadora del aire.

En algunos casos el aparato puede hasta ayudar a eliminar olores desagradables, lo que depende evidentemente de la sustancia.

Las pantallas son aisladas de la red por el transformador, pero aun así debemos tener mucho cuidado con la instalación del sistema.

El pasaje del aire por las pantallas puede ser natural o forzado.

En la figura 7 tenemos una sugerencia de sistema con ventilación forzada que se puede usar para eliminar las partículas contaminantes que se encuentran en el aire que entra en un lugar.

### Prueba y uso

Para probar el aparato no será necesario instalar las pantallas. Basta conectar la unidad y ajustar P1. La lámpara neón debe encender y debemos oír un silbido en el flyback que caracteriza el escape de la alta tensión.

Aproximando un chispero a este flyback debemos observar una chispa, según muestra la figura 8.

Este chispero nos va a servir para encontrar cuál de las tomas tiene la chispa mayor y, por lo tanto, vamos a usarla para la conexión a tierra en el circuito de alta tensión.

Ajustando P1 tenemos un punto en que las chispas son mayores. Recordamos que, normalmente, una chispa de 1cm, representa aproximadamente 10000 volt.

En la figura 9 damos una versión de generador de alta tensión que puede ser usado en aplicaciones móviles en un filtro con el mismo principio de funcionamiento.

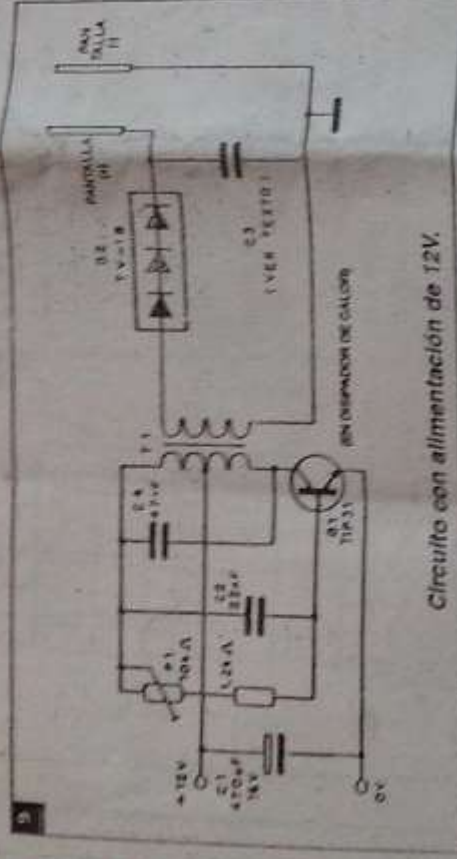
El bobinado del primario del flyback tendrá 12+12 espiras de alambre común y el trimpot debe ser ajustado para máximo rendimiento. Este circuito exige corrientes entre 300 y 800mA lo que significa, pues, una potencia consumida mayor que la versión alimentada por la red.

### LISTA DE MATERIALES

- SCR - TIC1068 (110V) o TIC 106 D (220V) - rectificador controlado de silicio
- NE-1 - lámpara neón común
- D1 - 1N4004 (110V) ó 1N4007 (220V) - diodo de silicio (uso general)
- D2 - TV-18 - diodo rectificador de muy alta tensión
- F1 - 1A - fusible
- P1 - 1MΩ - trimpot o potenciómetro
- T1 - flyback de TV común
- R1 - 4.7KΩ ± 10KΩ x 1/4W - resistor de alambre (110V) ó 10KΩ ± 22KΩ x 10W - resistor de alambre (220V)
- R2 - 100KΩ - resistor (marrón, negro, amarillo)
- R3 - 10KΩ - resistor (marrón, negro, naranja)
- C1 - 2.2μF a 10μF (200V si la red es de 110V y 400V si la red es de 220V) - capacitor electrolítico o de poliéster
- C2 - 100nF - capacitor de poliéster
- C3 - capacitor de filtro - ver texto

Varios: placa de circuito impreso o puente de terminales, pantallas, cable de alimentación, soporte para el fusible, perilla para P1 si es un potenciómetro, material para la parte mecánica, caja para montaje, cables, estaño, etc.





Circuito con alimentación de 12V.

choques peligrosos si se toca. Esta pantalla debe ser debidamente protegida contra contactos accidentales.

Comprobada la presencia de alta tensión podemos pensar en el montaje de las pantallas que deben estar bien aisladas, principalmente la que va conectada a D2.

El ventilador, si se utiliza, puede ser conectado juntamente con el aparato, utilizándose un interruptor único.

**Conclusión**

Evidentemente los resultados finales se hallaran experimentando en los distintos casos, que pueden variar tanto como las sustancias contaminantes predominantes y su cantidad.

Algunas observaciones pueden sin embargo ser útiles para los lectores interesados en este proyecto.

Una de ellas se refiere al hecho de que

una pequeña porción de cargas puede pasar por las pantallas ionizando así el aire. Invirtiendo el diodo tendremos una ionización negativa que, según se comprueba, parece tener un buen efecto sobre las personas, "relajándolas".

Otra característica interesante del aparato es que el ruido o zumbido que emite la pantalla indicando el escape de cargas, puede también causar la producción de ozono, que posee una acción bactericida y por lo tanto purificadora del aire.

En algunos casos el aparato puede hasta ayudar a eliminar olores desagradables, lo que depende evidentemente de la sustancia.

Las pantallas son aisladas de la red por el transformador, pero aún así debemos tener mucho cuidado con la instalación del sistema.

El pasaje del aire por las pantallas puede ser natural o forzado.

En la figura 7 tenemos una sugerencia de sistema con ventilación forzada que se puede usar para eliminar las partículas contaminantes que se encuentran en el aire que entra en un lugar.

**Prueba y uso**

Para probar el aparato no será necesario instalar las pantallas. Basta conectar la unidad y ajustar P1. La lámpara neón debe encender y debemos oír un silbido en el flyback que caracteriza el escape de la alta tensión.

Aproximando un chispero a este flyback debemos observar una chispa, según muestra la figura 8.

Este chispero nos va a servir para encontrar cuál de las tomas tiene la chispa mayor y, por lo tanto, vamos a usarla para la conexión a tierra en el circuito de alta tensión.

Ajustando P1 tenemos un punto en que las chispas son mayores. Recordamos que, normalmente, una chispa de 1 cm representa aproximadamente 10000 volt.

En la figura 9 damos una versión de generador de alta tensión que puede ser usado en aplicaciones móviles en un filtro con el mismo principio de funcionamiento.

El bobinado del primario del flyback tendrá 12+12 espiras de alambre común y el trimpot debe ser ajustado para máximo rendimiento. Este circuito exige corrientes entre 300 y 800mA lo que significa, pues, una potencia consumida mayor que la versión alimentada por la red.

**LISTA DE MATERIALES**

- SCR - TIC106B (110V) o TIC 106 D (220V) - rectificador controlado de silicio
- NE-1 - lámpara neón común
- D1 - 1N4004 (110V) ó 1N4007 (220V) - diodo de silicio (uso general)
- D2 - TV-18 - diodo rectificador de muy alta tensión
- F1 - 1A - fusible
- P1 - 1MΩ - trimpot o potenciómetro
- T1 - flyback de TV común
- R1 - 4,7KΩ a 10KΩ x 1/4W - resistor de alambre (110V) ó 10KΩ a 22KΩ x 10W - resistor de alambre (220V)
- R2 - 100KΩ - resistor (marrón, negro, amarillo)
- R3 - 10KΩ - resistor (marrón, negro, naranja)
- C1 - 2,2µF a 10µF (200V si la red es de 110V y 400V si la red es de 220V) - capacitor electrolítico o de poliestéer
- C2 - 100nF - capacitor de poliestéer
- C3 - capacitor de filtro - ver texto

Varios: placa de circuito impreso o puente de terminales, pantallas, cable de alimentación, soporte para el fusible, perilla para P1 si es un potenciómetro, material para la parte mecánica, caja para montaje, cables, estaño, etc.



temporizador 555 en el modo astable.

La frecuencia de oscilación está dada por la ecuación 16-12 o puede verse en la figura 16-39.

$$f_r = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_{ext}}$$

Al variar  $R_1$  y  $R_2$  se puede ajustar el ciclo de trabajo. Como  $C_{ext}$  se carga sólo a través de  $R_2$ , se pueden obtener ciclos de trabajo cuando  $R_2 \gg R_1$  por lo que los tiempos de carga y descarga son a

arizador 555 en el modo astable.

de oscilación está dada por la ecuación 16-12 o puede ser  
a 16-39.

$$f_r = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_{ext}}$$

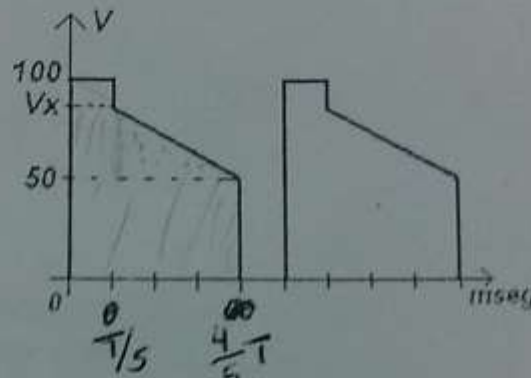
$R_1$  y  $R_2$  se puede ajustar el ciclo de trabajo. Como  $C_{ext}$  se  
sólo a través de  $R_2$ , se pueden obtener ciclos de trabajo p  
>  $R_1$  por lo que los tiempos de carga y descarga son apro



Nombre del estudiante: \_\_\_\_\_

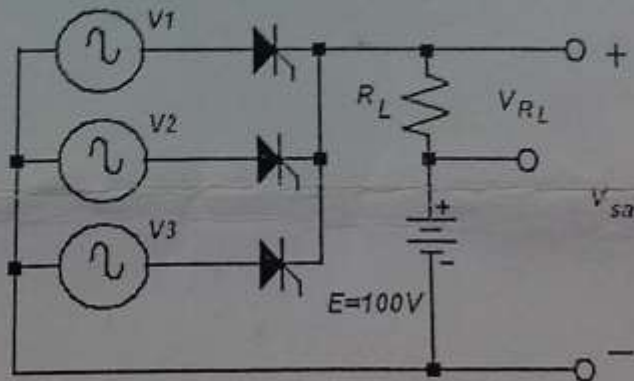
Resuelve cada uno de los siguientes problemas

**Problema 1** La siguiente señal proveniente de una fuente conmutada tiene un valor promedio de 60V. De acuerdo con la figura encuentre el valor de  $V_x$  que se muestra en la figura, si la señal tiene una frecuencia de 40Hz,



**Problema 2.** Para el circuito mostrado en la figura, indique en que tipo de clasificación encaja, si la señal tiene un  $V_p=300V$ , en donde el ángulo de encendido  $\alpha$  es de  $90^\circ$  a partir del inicio de cada señal. Se pide:

- Dibujar la señal en  $R_L$
- Encuentre los límites de integración
- Encuentre el valor promedio del voltaje en  $R_L$
- Dibuje la señal  $V_{sal}$



Examen de Electrónica de Potencia

Fecha:

19/11/14.

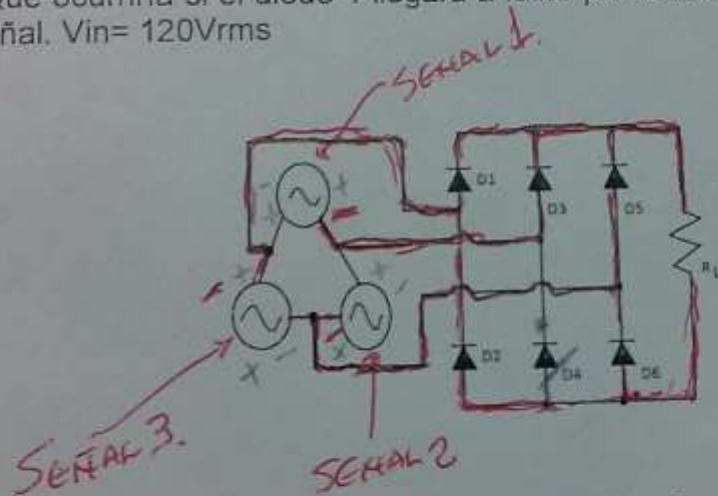
OK.

9.0

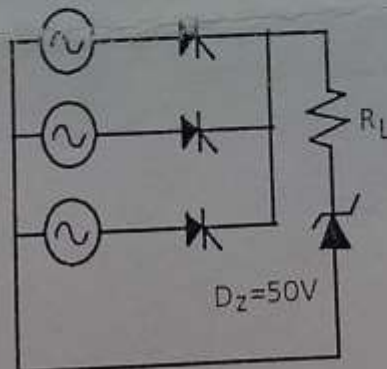
Matrícula: \_\_\_\_\_

Nombre del estudiante: \_\_\_\_\_

1. Para un rectificador trifásico de onda completa como el mostrado, dibuje la forma de onda de la señal en la carga. ¿Qué ocurriría si el diodo 4 llegara a fallar poniéndose en circuito abierto? Dibuje la forma de onda de la señal.  $V_{in} = 120V_{rms}$



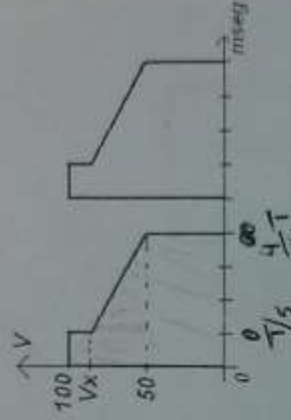
- 2.- Para el circuito rectificador trifásico de media onda dibuje la forma de onda en la carga y calcule el valor promedio de la señal que se observa. Considere que el valor de las fuentes tiene un  $V_p$  igual a 300V.



Nombre del estudiante:

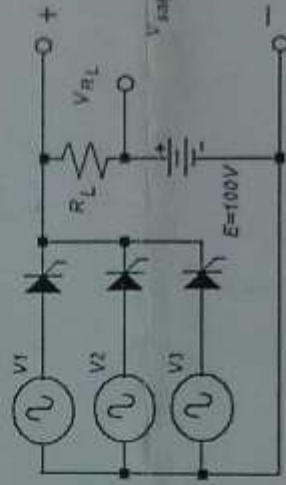
Resuelve cada uno de los siguientes problemas

**Problema 1** La siguiente señal proveniente de una fuente conmutada tiene un valor promedio de 60V. De acuerdo con la figura encuentre valor de  $V_x$  que se muestra en la figura, si la señal tiene una frecuencia de 40Hz.



**Problema 2.** Para el circuito mostrado en la figura, indique en que tipo de clasificación encaja, si la señal tiene un  $V_p=300V$ , en donde el ángulo de encendido  $\alpha$  es de  $90^\circ$  a partir del inicio de cada señal. Se pide:

- Dibujar la señal en  $R_L$
- Encuentre los límites de integración
- Encuentre el valor promedio del voltaje en  $R_L$
- Dibuje la señal  $V_{sal}$



# Examen de Electrónica de Potencia

OK.

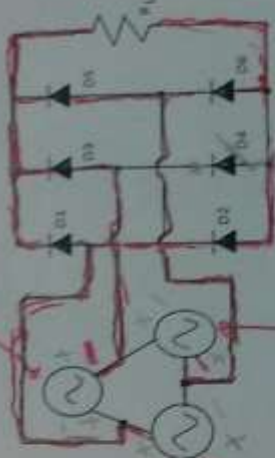
9.0

Fecha: 19/11/14.

Nombre del estudiante:

Matrícula:

Para un rectificador trifásico de onda completa como el mostrado, dibuje la forma de onda de la señal en la carga. ¿Qué ocurriría si el diodo 4 llegara a fallar poniéndose en circuito abierto? Dibuje la forma de onda de la señal.  $V_{in} = 120V_{rms}$



Para el circuito rectificador trifásico de media onda dibuje la forma de onda en la carga y calcule el valor promedio de la señal que se observa. Considere que el valor de las fuentes tiene un  $V_p$  igual a 300V

