

Electrónica III

Clase 7

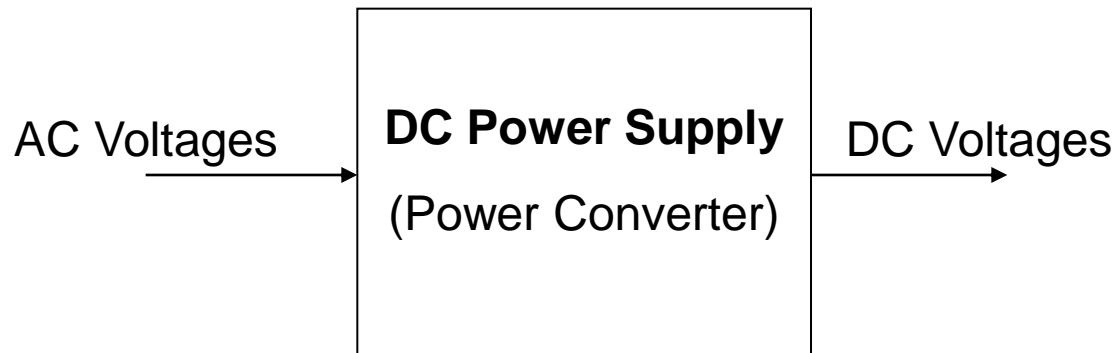
II Término, 2005

Agenda

- Fuentes de Voltaje
 - Rectificadores
 - Filtro de Voltaje
 - Carga Ligera
 - Carga Pesada
 - Regulador simple con Op-Amp
- Simulación

Fuentes de Voltaje

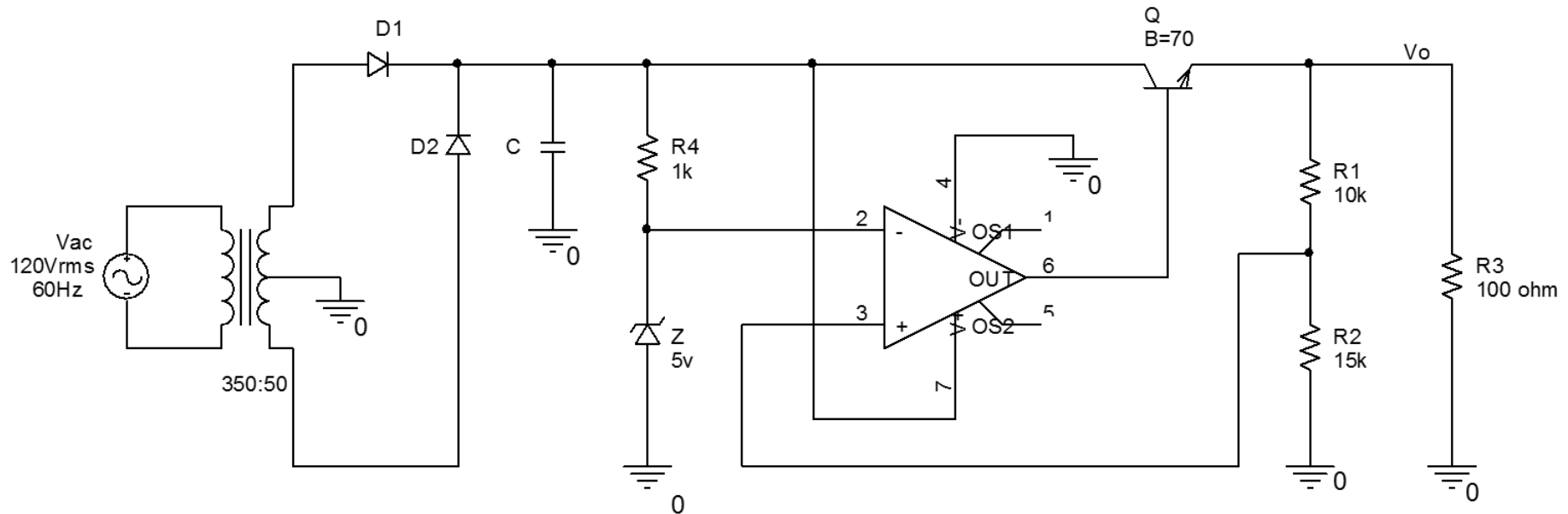
- Un requerimiento común en todas las fases de la Electrónica es la necesidad de una fuente de voltaje DC. Con el aumento de especificaciones, performance, eficiencia y nivel de complejidad de los circuitos, la demanda de fuentes de poder va en aumento.



Especificaciones para el Diseño:

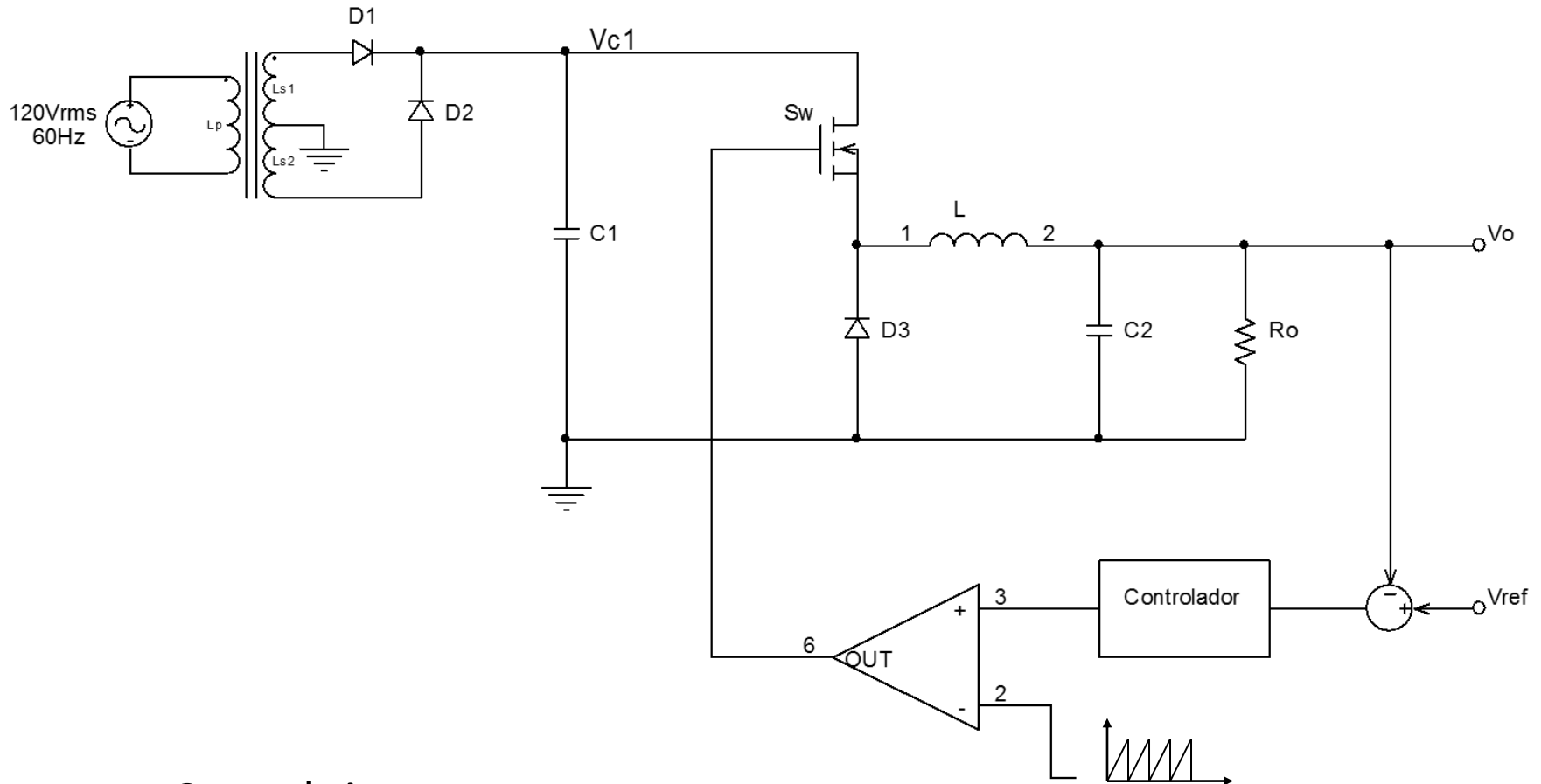
- Voltaje AC de Entrada
- Voltaje DC de salida, V_o
- Corriente de salida máxima, $I_{o\ max}$ (ó Potencia Máxima)
- % de voltaje de rizado máximo, $\%V_{rpp}$
- % de corriente de rizado máximo, $\%I_{rpp}$
- % de eficiencia
- A partir de las especificaciones, se debe determinar:
 - Topología (del circuito) apropiada
 - Ratings (parámetros) del transformador
 - Ratings de los diodos rectificadores
 - Ratings del capacitor
 - Diseño del regulador: zener, transistores, resistencias, integrados
 - Disipadores
 - Ratings del Inductor
 - Diseño del Controlador

Fuentes Lineales



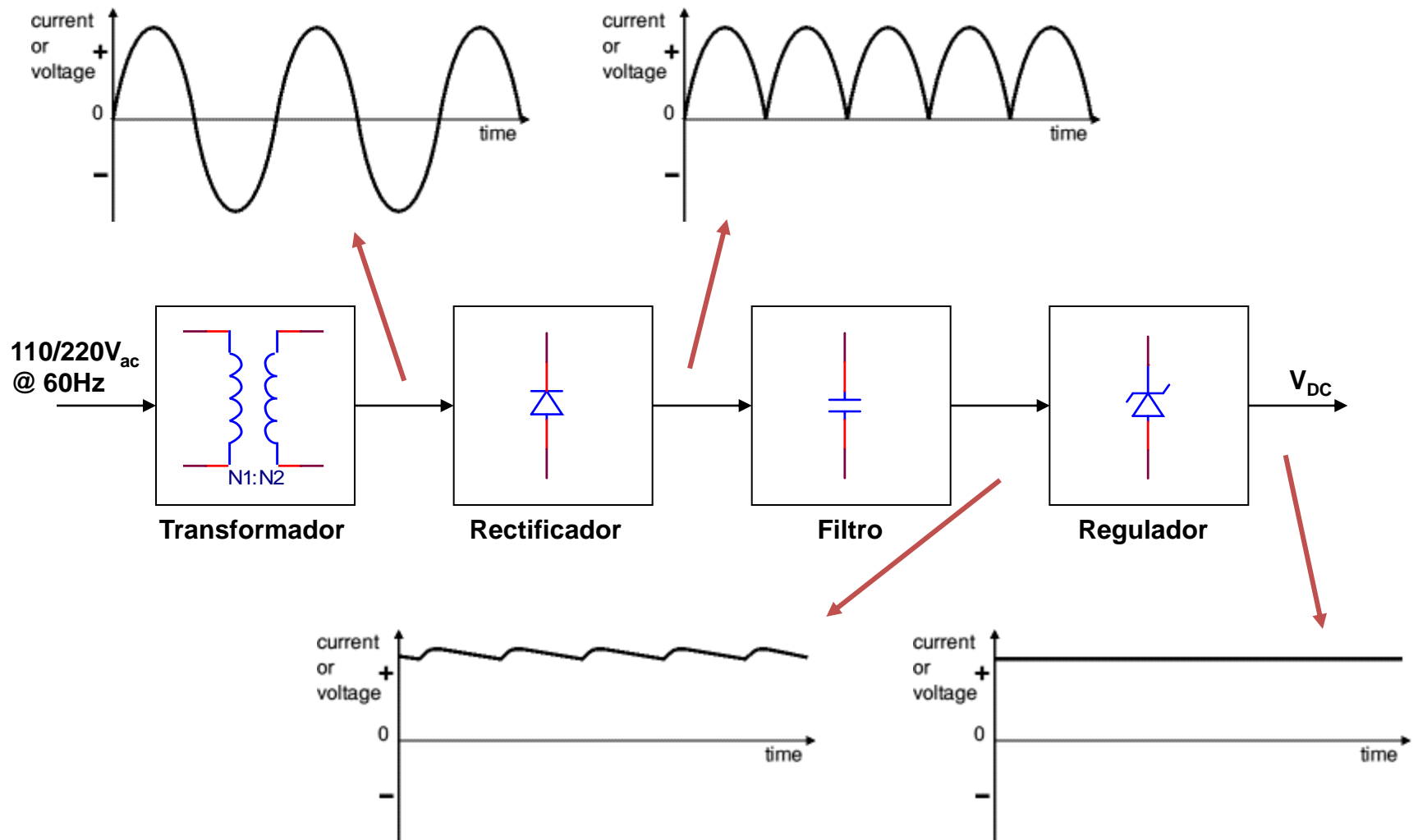
- Simples de diseñar
- Baja Eficiencia (entre 40 y 60%)
- Pobre respuesta a perturbaciones

Fuentes de Conmutación

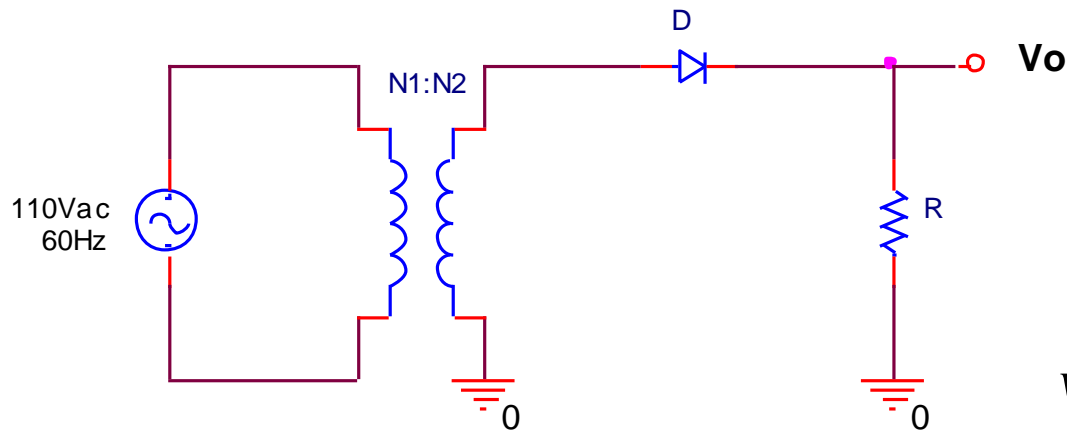


- Complejas
- Alta Eficiencia (mayor a 90%)
- Buena respuesta a perturbaciones

Fuentes de Voltaje Lineales



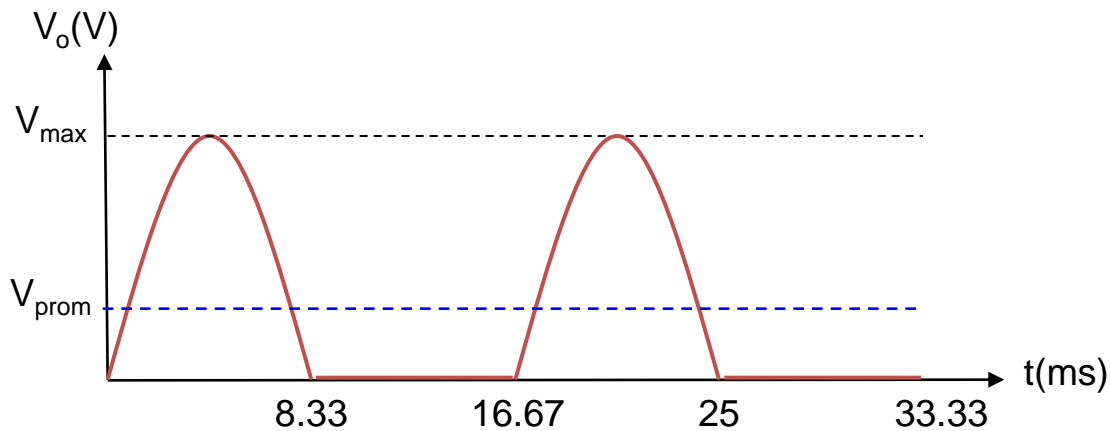
Rectificador de Media Onda



$$V_{prom} \approx \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_{\max} \sin \theta d\theta = \frac{V_{\max}}{\pi}$$

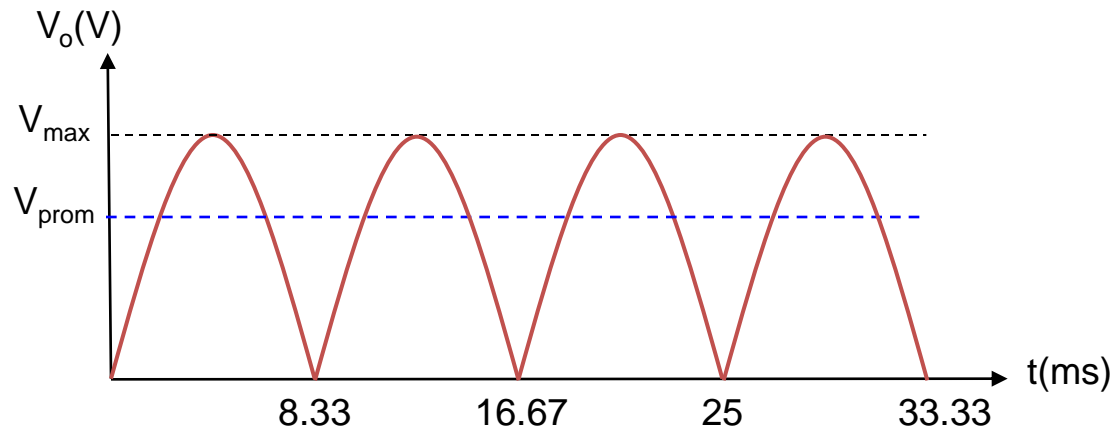
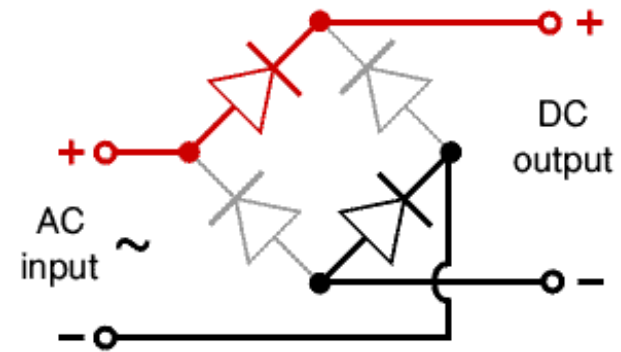
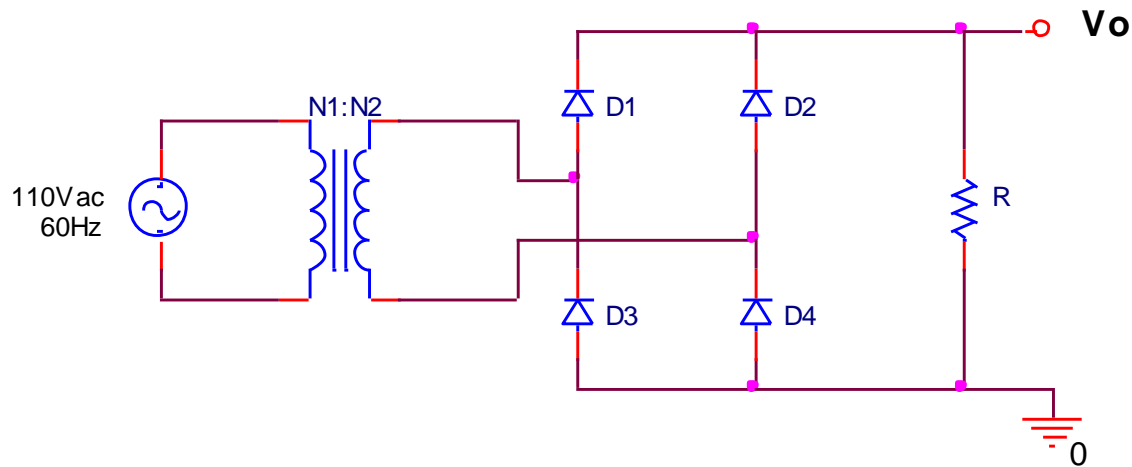
$$V_{\max} = V_{\text{secPK}} - V_D = 110\sqrt{2} \frac{N_2}{N_1} - V_D$$

$$V_{D\text{reverse}} = V_{\text{secPK}}$$



Rectificador de Onda completa

Puente de Diodos



Rectificador de Onda completa

Puente de Diodos (cont.)

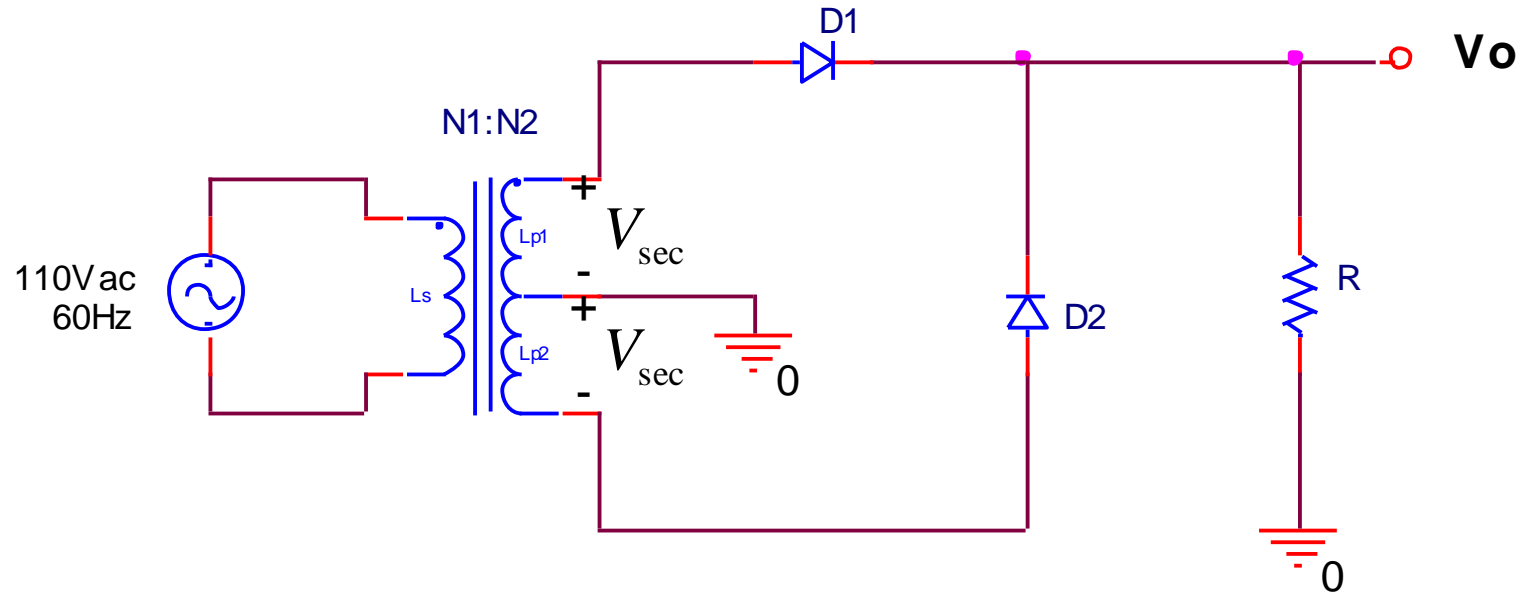
$$V_{\max} = V_{\text{sec}PK} - 2V_D = 110\sqrt{2} \frac{N_2}{N_1} - 2V_D$$

$$V_{\text{prom}} \approx \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |V_{\max} \sin \theta| d\theta = \frac{2V_{\max}}{\pi}$$

$$V_{D \text{ reverse}} = V_{\text{sec}PK} - V_D \approx V_{\text{sec}PK}$$

Rectificador de Onda completa

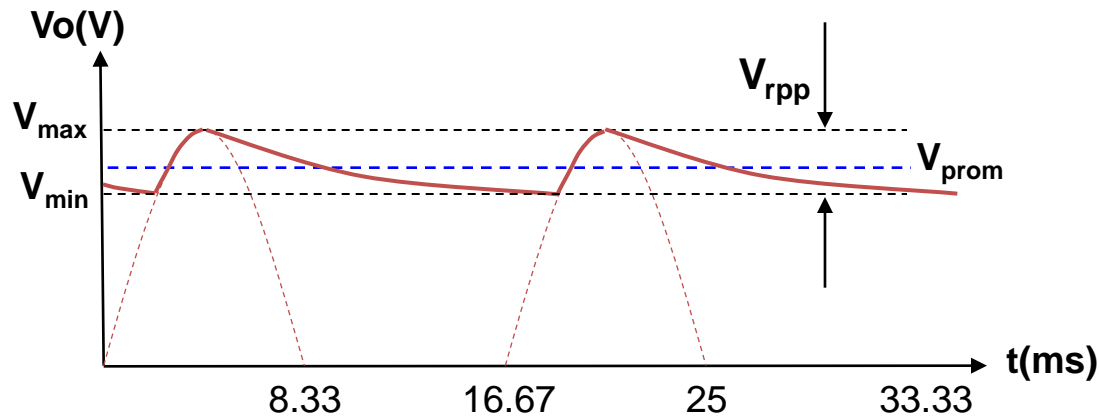
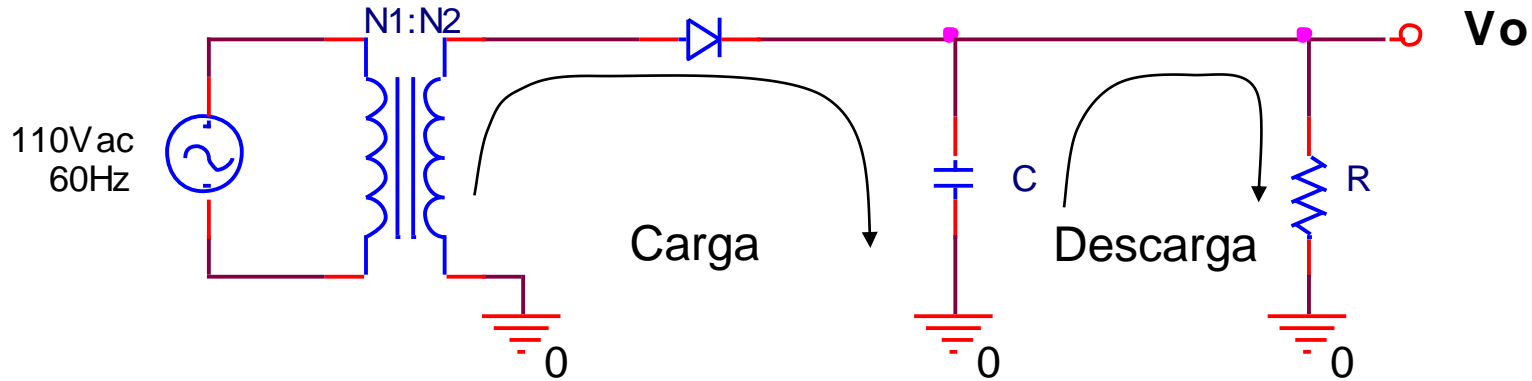
Transformador con Tap Central



$$V_{\max} = V_{\text{secPK}} - V_D = \frac{110\sqrt{2}}{2} \frac{N_2}{N_1} - V_D$$

$$V_{D\text{reverse}} = 2V_{\text{secPK}} - V_D \approx 2V_{\text{secPK}}$$

Filtrado de Voltaje

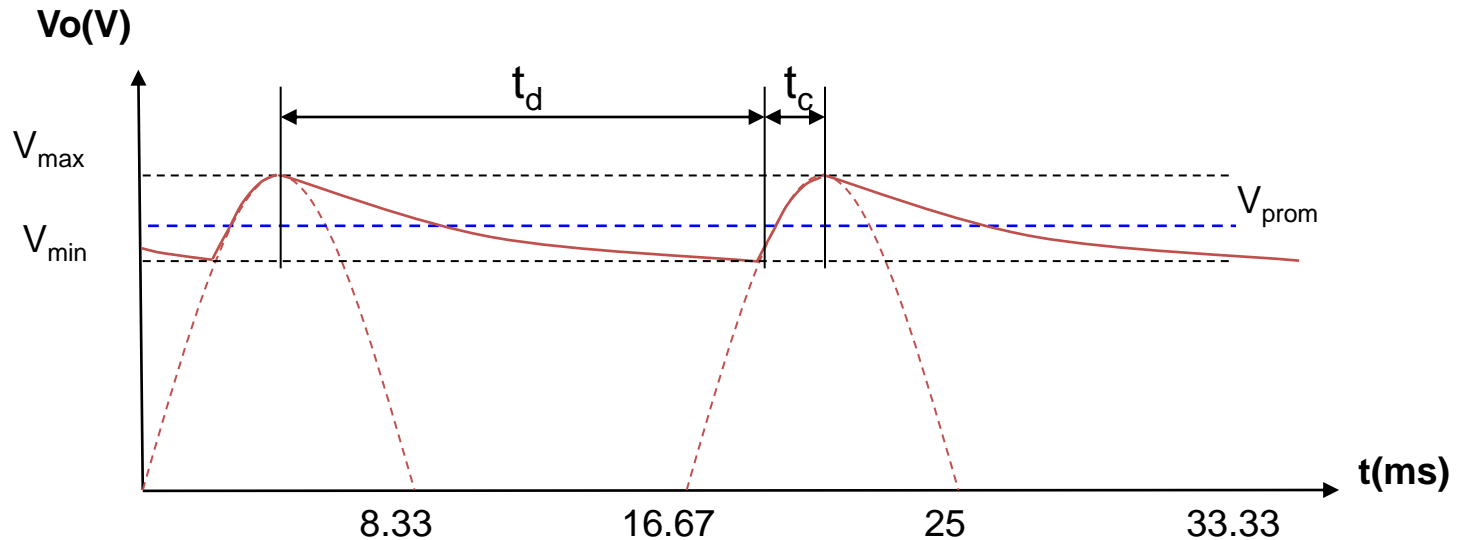


$$V_{\text{prom}} \approx \frac{V_{\max} + V_{\min}}{2}$$

$$V_{\text{ripp}} = V_{\max} - V_{\min}$$

$$\%V_{\text{ripp}} = \frac{V_{\text{ripp}}}{V_{\text{prom}}} \times 100$$

Rizado vs. Capacitancia



$$V_{min} = V_{max} e^{-\frac{t_d}{RC}}$$

$$t_c + t_d = T = 16.67ms$$

Para rectificador de media onda

$$V_{min} = V_{max} \text{Sen} \left[\omega \left(\frac{T}{4} - t_c \right) \right]$$

Capacitancia para Carga Ligera

- Voltaje de rizado es menor a 10% del voltaje DC de salida (promedio).

$$\Delta V = \frac{1}{C} \int i_o(t) dt \longrightarrow V_{\max} - V_{\min} \approx \frac{I_{DC}}{fC}$$

I_{DC} : Corriente de carga

f : 120Hz para un rectificador de onda completa

C : Capacitancia

Ejemplo 3-1 del Libro Texto

- Calcular el voltaje mínimo en la carga

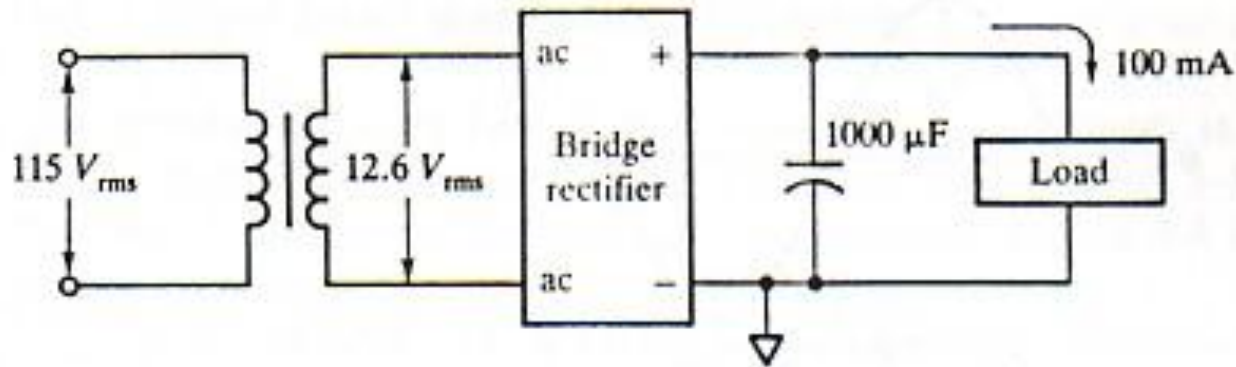
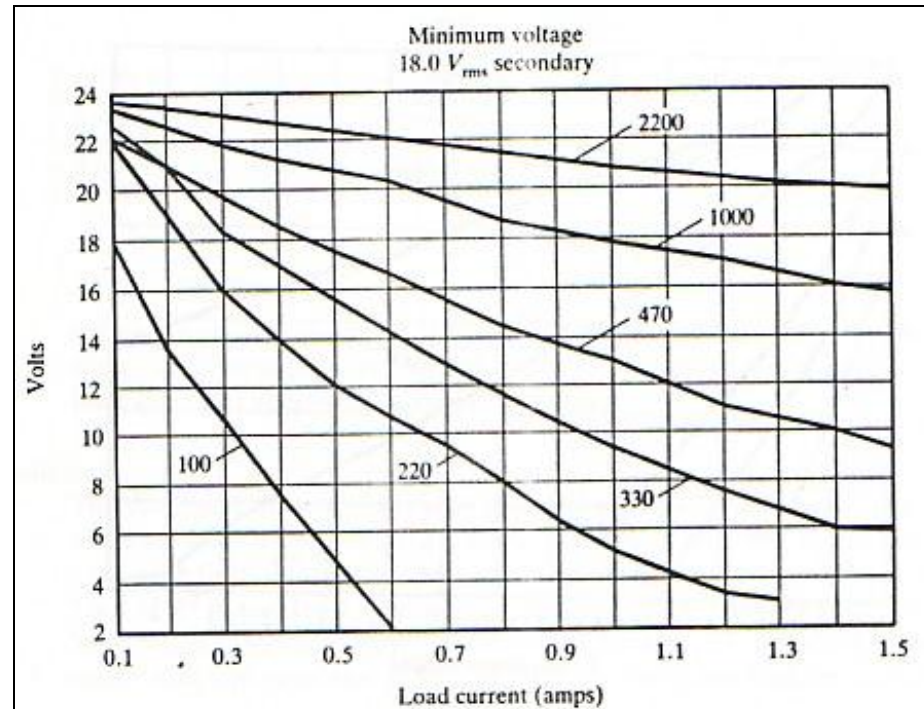
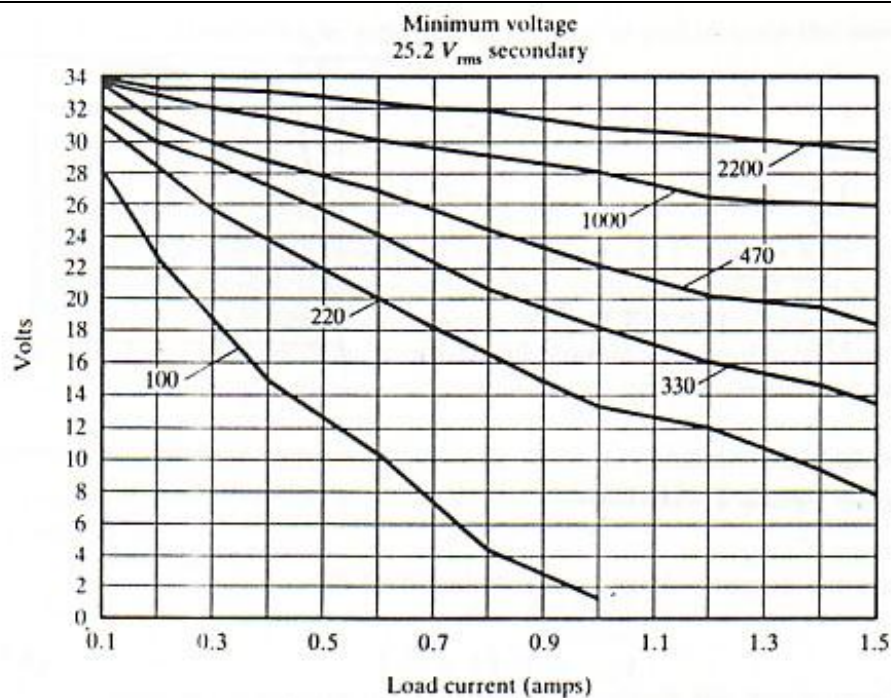


Figure 3-5 Schematic for Example 3-1

Capacitancia para Carga Pesada

- Tamaño del capacitor disminuye, pero puede consumir más potencia, incrementando el tamaño del disipador.
- Aproximación de ecuación de carga ligera no es válida.
- Voltaje mínimo para diferentes valores de capacitancia, voltaje de secundario y corriente de carga se obtiene a partir de curvas. Se asume rectificación de onda completa.

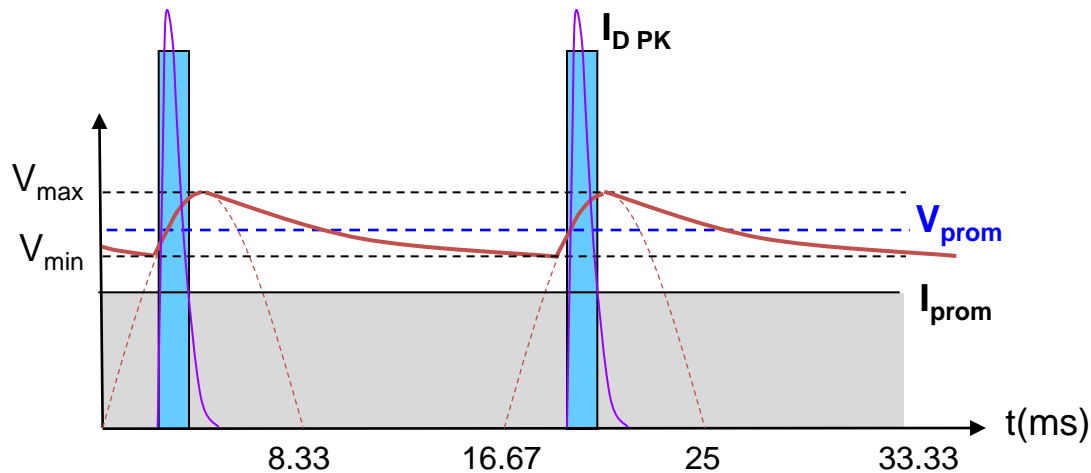
Gráficas para C del filtro, V_{\min} del filtro, V_{rms} del secundario, I de la carga



Ejemplo

- Calcular el voltaje mínimo de la salida de un voltaje no regulado. Considere:
 - Voltaje de Secundario = $18 V_{\text{rms}}$
 - Corriente de carga = 1A
 - Capacitancia = $470 \mu\text{F}$
 - Rectificador de onda completa

Corriente de los Diodos



Corriente pico de estado estable:

$$I_{prom} = \frac{V_{prom}}{R_{load}}$$

$$R_s = R_{capacitor} + R_{secondary} + R_{diode}$$

Corriente pico de encendido:

$$I_{D PK} \approx \frac{t_c}{T} I_{prom}$$

$$I_{surge} = \frac{V_{max}}{R_s} \quad \tau = R_s C$$

Tabla de Diodos

Table 3-1 Diode and bridge rectifier forward and surge current limits (Courtesy of Motorola Semiconductor Products)

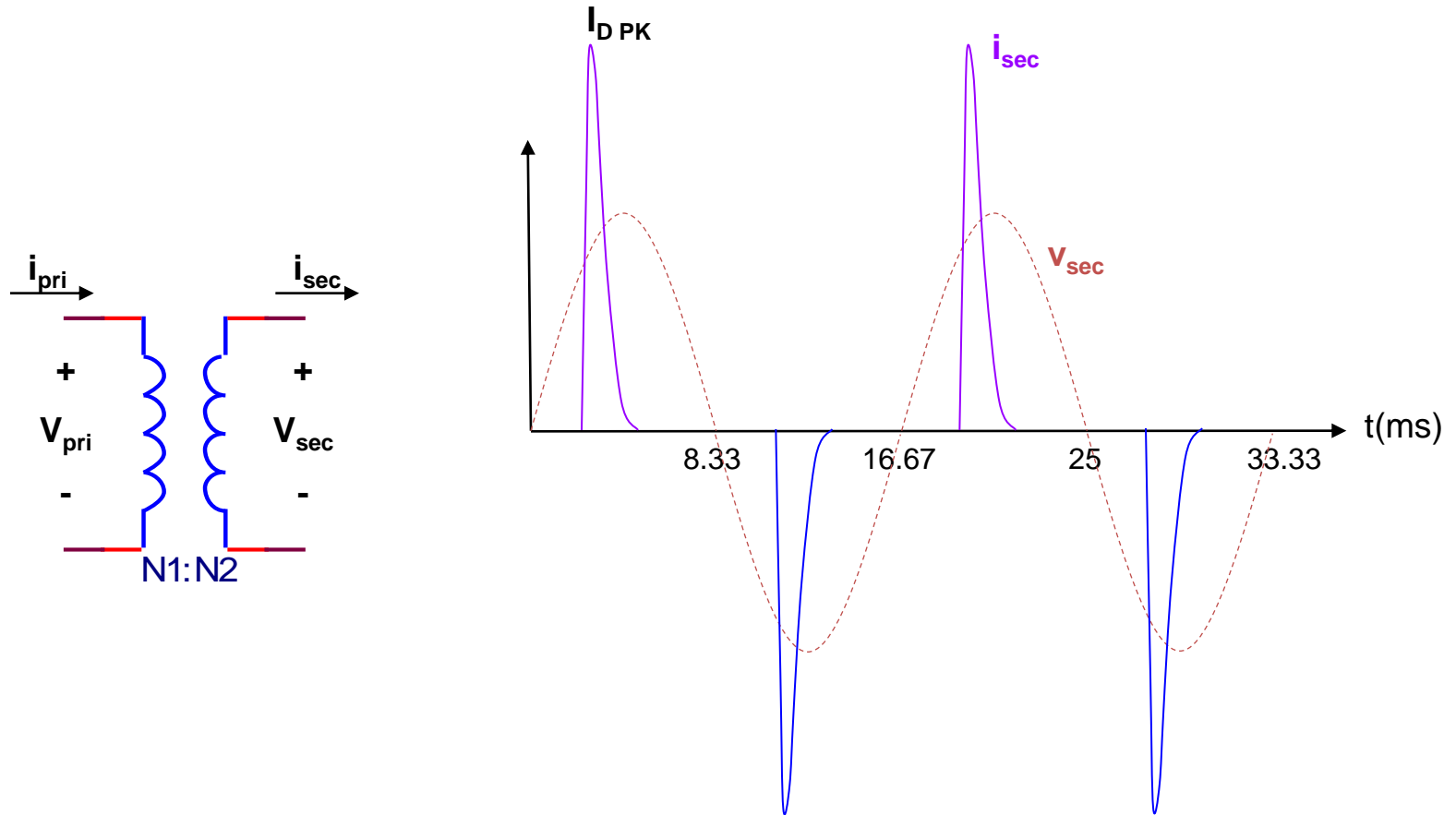
$I_{F(AVG)}$	I_{FSM}	Series
1 A	30 A	1N4000
3 A	100 A	MR500
6 A	400 A	MR750
20 A	400 A	MR2000S
25 A	600 A	MR2500S

Bridges

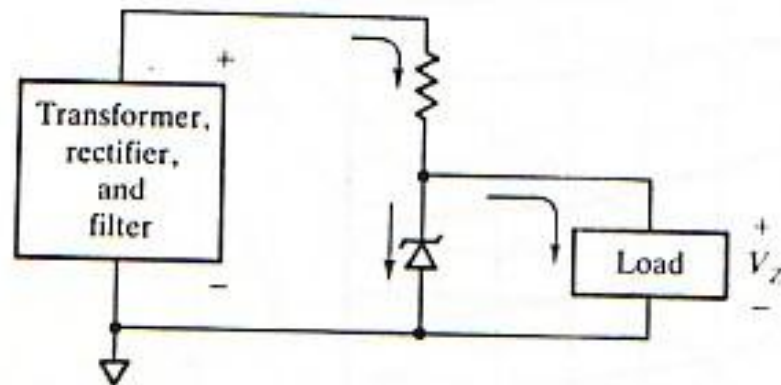
1 A	45 A	MDA100A
2 A	60 A	MDA200
4 A	100 A	MDA970
35 A	400 A	MDA3500

- Ver Datasheet

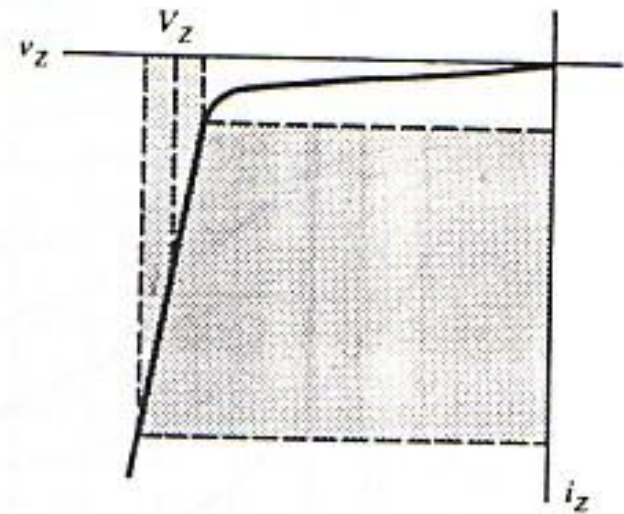
Corriente en un Transformador



Reguladores de Voltaje



(a) Zener regulator schematic



(b) Zener reverse breakdown characteristic

Figure 3-12 Zener regulator and characteristic

Regulador Simple con Op-Amp

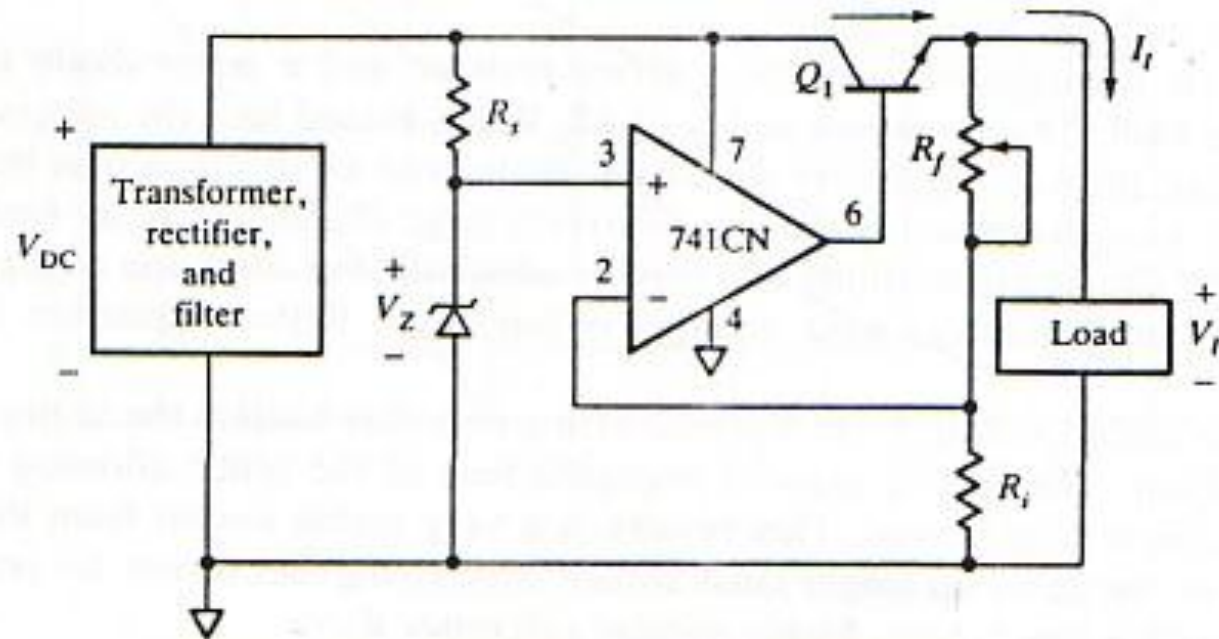


Figure 3-13 Op amp buffered, pass transistor boosted regulator

Ejercicio:

- $V_{NR} = 25V - 30V$
- $V_Z = 4.7V$
- $R_i = 10k$
- $V_{o\ min} = ?$
- $V_{o\ max} = ?$

Ejemplo 3-3 del Libro Texto

- Diseñar una fuente de voltaje regulado según las siguientes especificaciones:
 - V_{carga} : ajustable 5V a 15V
 - I_{carga} : 0 mA a 500 mA
 - Transformador de 25.2 V_{rms}
 - Rectificador de onda completa
 - Capacitor de 220 μF
 - Zener de 4.7V (ver datasheet)