INTRODUCCIÓN

domingo, 4 de agosto de 2019 06:21 p. m.

Claudio Merrifield Ayala

Topics

0.- Física de semiconductores

I.- Introduction

- II.- Diodos } A)
- III.- TBJ (Transistors) } B)
- IV.- FET } C)

V.- Amplificador operacional

* Laboratory - Reforzar conocimientos

About Course

Evaluation

- Exámenes - A 25%
  - B 25%
  - C 25%
- Proyecto Final 25%

* Hay reposición en 1° Vuelta
* Examen Final 2° Vuelta
* .5 - Laboratorio
* .5 - Investigación

References

- Boylestadt Electrónica. Teoría de Circuitos.
- Neamer. Microelectrónica
- Principios de electrónica. Malvino
- The art of electronics - Paul Horowitz

Correo Electrónico

cmerriay@prodigy.net.mx

Extra

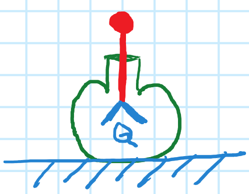
- Simuladores → Qucs

1.1_Introducción

Monday, August 5, 2019 8:04 AM

Historia

- Electricidad - Manifestación de la energía — Thales de Mileto (A.C)
- William Gilbert (Inglés) propiedades de los materiales → 1600 (d.c)
  - ↳ El magnetismo y cuerpos magnéticos
    - Fuerza Eléctrica - FEM
    - Polo magnético
- Maquina que genera electricidad estática — 1600
- Forma de conducir la electricidad — 1729
- Von Kleist, resinosos (+) y vitrosos (-) — 1745
- Botella de Leyden → Capturan la carga electrica — 1745



1° Capacitor Electrico

- Benjamin Franklin define que la electricidad es de la misma naturaleza — 1747
- Se describe el concepto de circuito eléctrico, al descargar la botella de Leyden — 1750 - Watson (Corriente)

- Elementos Conductores y pila de Volta → Diferencia Potencial ⇒ Volts | 1800 - Alejandro Volta

- Demuestra que existe una relación entre la electricidad y el campo magnético | 1820 - Oersted

- Primer motor electrico | 1821 - Michael Faraday

- Describe que en un circuito eléctrico se necesita una fuente o generador, un conductor y un elemento controlador (Resistencia) | 1826 - Greg S. Ohm
- Da lugar a Ley de Ohm $\left\{ R = \frac{V}{I} \right.$

- Principios de inducción electromagnética | 1831 - Faraday
- Capacitancia en Faradios

- Se plantean las 3 Ecuaciones de Maxwell | 1868 - Maxwell

- Funda compañia electrica | 1878 - Thomas Alva Edison
- Inventa transformador eléctrico (1883)

Filamento de Carbón

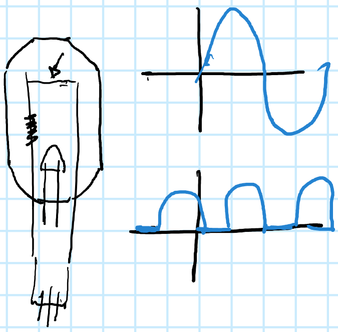
- Descubre la corriente alterna | 1888 - Nicola Tesla
  ↳ Masificación de la distribución

- Inventa el "diodo", coloquialmente recono | 1904 - Flemming

- Inventa el "diodo", coloquialmente reconocido como bulbo | 1904 - Flemming

↳ Apartir del foco.

// Es un filamento que "Emite electrones", que se controla con una rejilla.



- 1904 - Adelante | - Aparecen los inventos relacionados con electricidad
  - Motor asincrono*
  - Refrigeración

- Demuestra las leyes de Maxwell | Hertz
  - Sonares y Radares.
  - Televisión, Teléfono, Radio.

- Descubre la unión PN | 1940 - Rusell - Ohl
  ↳ Diodo semiconductor

- Se inventa el transistor | 1948

TAREA 1 | Inventos con Dispositivos

- Transistores → Amplificadores

- Transistores → Amplificadores Operacionales
  - → Compuertas Lógicas
  - → Microprocesadores / Procesador
  - → Microcontroladores

- Diodos → Rectificadores
  - → Multiplicador de tensión
  - → LED's
  - → Divisor de tensión

* Otros usos de transistores → Amplificadores
  - → Generadores de señales
  - → Conmutadores, actuando como interruptores

- M computación
  - PC
  - Tablets
  - Smartphones
  - → Telefonía Mobil

- Computo
- Electrónica
- Telecomunicación

} Tecnologías de la Información

- Telecomunicación

Hardware		Software
- Ruoter	$\xleftrightarrow[\text{wireless}]{\text{cables}}$	- S.O.
- Switch		- Programas

→ Educación
→ Medicina
→ Milicia
→ Transporte
→ Entretenimiento
→ Comunicaciones
→ Finanzas

- Robots
- Instrumentación de médica
- Protesis

// Cosas futuras

- Brain to vehicle
- Super-conductores
- Computación cuántica
- A.I.

1.2_week

Friday, August 9, 2019 7:25 AM

Semiconductores

- Estado de la materia
  - Sólido
  - Líquido
  - Gaseoso
  - Plasmático

- Respecto a las propiedades químicas
  - Metálicos
  - No metálicos

- Clasificaciones (otras)
  - Masa
  - Densidad
  - Permeabilidad
  - Conductividad
  - Número atómico

- Manifestaciones de la energía
  - Calor
  - Electricidad
  - Luz
  - Ondas
  - Trabajo
  - Magnetismo
  - Radiación (Fusión y Fisión).

Características de un buen conductor

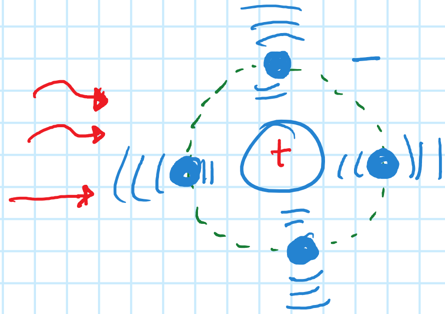
- Poco resistividad
  - Gran capacidad de donar electrones en su última orbita.
  - Metálico*

* La gran mayoría.

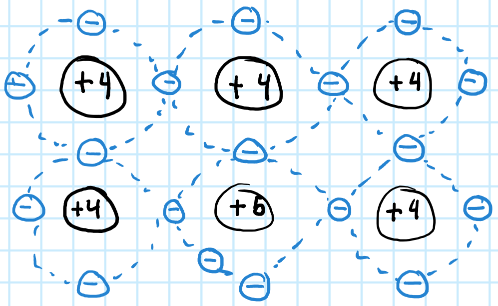
- Ejemplos:
  - Metal: Cu (cobre), Ag (oro), Au (plata)
  - Compuesto: H_2O + Sales
  - [illegible]

• Aislantes | Madera
Ceramica
- Tantalio

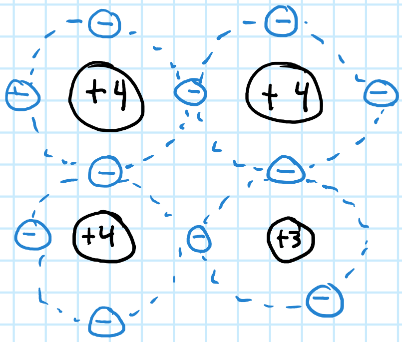
• Elementos que tienen 4 electrones en su última orbita



• 1930 Rusell – Las propiedades de los semiconductores – Proceso de dopaje *
1940 Ohl



• Semiconductor Tipo "N"
→ Negativo

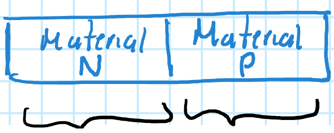


• Semiconductor Tipo "P"
→ Positivo

IV] Metaloides

Si – Silicio → Piedra - Arena
Ge – Germanio
Sn – Estaño
Pb – Plomo

// Se convirtió en un elemento semiconductor.



• Diodo de unión

* Dependiendo del dopaje es, la con

Material N	Material P

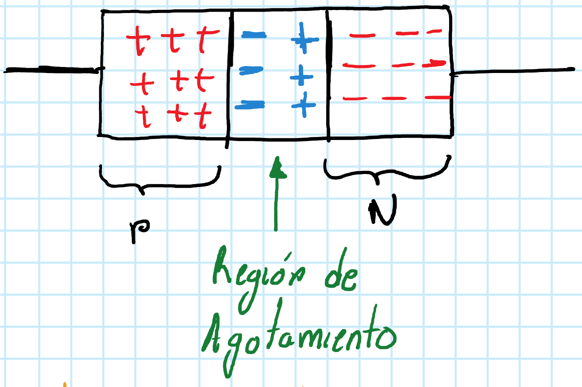
N P

Diodo de unión

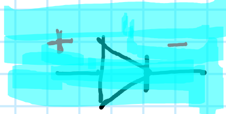
* dependiendo del dopaje es la conductividad.

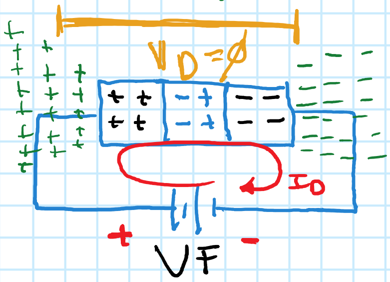
1.2_DiodoUnión*

Wednesday, August 14, 2019 7:32 AM



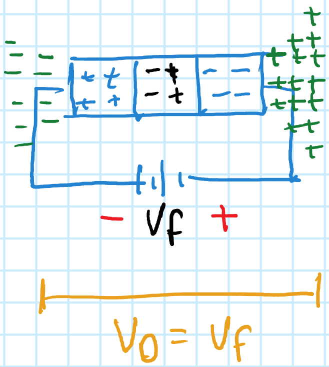
• Al hecho de agregar una fuente de voltaje se le conoce "Polarización".





• En el caso de que el "+" esté conectado con el P y el "-" con el N del Diodo

→ Habrá flujo de corriente $\triangleq I_D \triangleq$ Polarización Directa

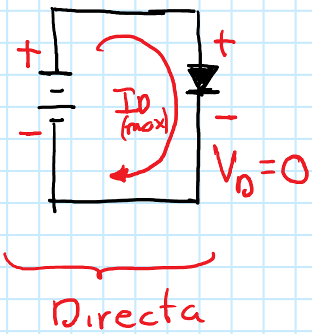


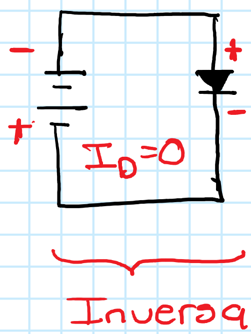
• Positivo de la fuente con el N y el negativo de la fuente con el P del Diodo

→ La corriente del diodo = 0

↳ Polarización Inversa

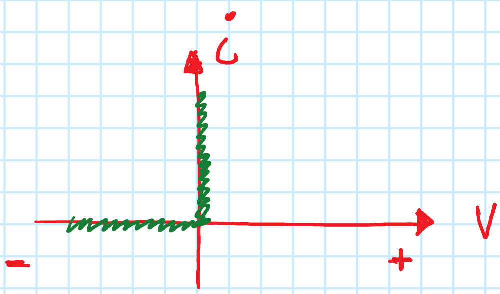
→ Nota





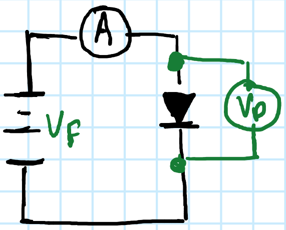
$V_f = V_D$

•



// Comportamiento Ideal del Diodo y su respectivo representación gráfico

// Ejemplos



Al graficar el V_D, V_F, I_D observamos que la respuesta no el lineal y responde a la expresión

$$\rightarrow I_D = I_S\left(e^{\frac{V_D}{V_t}} - 1\right)$$

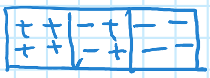
- $I_D \triangleq$ Corriente Diodo
- $I_S \triangleq$ Corriente de Portadores* minoritarios
- $V_D =$ Voltaje en el diodo
- $V_t =$ Voltaje térmico

$$\hookrightarrow V_T = \frac{KT}{q}$$

$K \triangleq$ Constante de Bolstman $\rightarrow 1.38 \times 10^{-23}$ [J/K°]

$T \triangleq$ Temperatura $\rightarrow$ ... [K°]

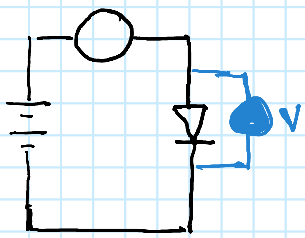
$q \triangleq$ Carga electrón $\rightarrow 1.609 \times 10^{-19}$ [C]



// El reacomodo y corriente interna
↳ Depende del material y dopaje.

- I_S → Germanio = 2 [μA]
  ↳ Silicio = 10 [nA]

▸ Ecuación Característica del Diodo



$$I_D = I_S\left(e^{\frac{V_D}{V_t}} - 1\right)$$

$I_D \triangleq$ Corriente Diodo

$I_S \triangleq$ Portadores Minoritarios

$V_D \triangleq$ Voltaje del Diodo

- $V_T = \frac{KT}{q}$

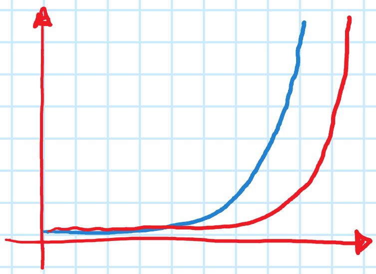
$K \triangleq$ Constante de Boltsman $\triangleq 1.38 \times 10^{-23}$ $\left[\frac{J}{°K}\right]$

$T \triangleq$ Temperatura Absoluta Ambiente $\triangleq 300$ [°K]

$T \triangleq$ Temperatura Absoluta Ambiente $\triangleq 300 [°K]$

$q \triangleq$ Carga del electrón $\triangleq 1.609 \times 10^{-19} [C]$

- Despejamos V_D $\left\{ V_D = V_T \ln\left(\frac{I_D}{I_S} + 1\right) \right.$



// Curva característica de los diodos

- Diferencias entre el valor real y el valor teórico.

// Para corregir la diferencia entre los valores, se agregó una constante empírica en el voltaje témico en el Voltaje Térmico (V_T), a esta se denomina eta $\triangleq \eta$

$V_T' \Rightarrow \eta V_T$

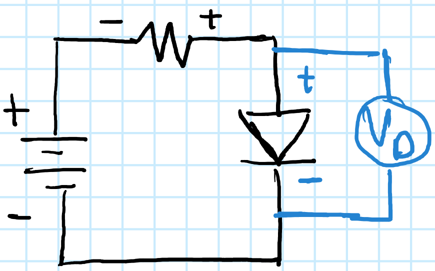
Dependerá del material

∴ Ecuación Característica

$$I_D = I_S \left(e^{\frac{V_D}{V_T'}} - 1 \right)$$

$$V_D = V_T' \ln\left(\frac{I_D}{I_S} + 1\right)$$

// Modo exponencial



// Tiene una caída

② $V_F = I_D R + V_D$

// Incognitas

$I_D = ¿?$

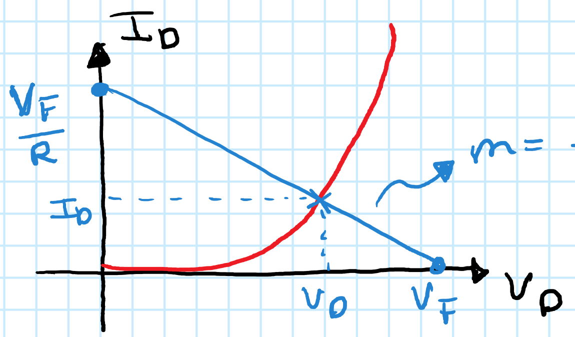
$V_D = ¿?$

// La ecuación ② podría ser

$$I_D = -\frac{1}{R} V_D + \frac{V_F}{R} \qquad m \Rightarrow -\frac{1}{R}$$

$$y = m x + b \qquad V_F \Rightarrow \frac{V_F}{R}$$

// Graficación e interpretación



$$V_D = V_T' \,Ln\left(\frac{I_D}{I_S} + 1\right)$$

$$V_D = V_T' \,Ln\left[\left(\frac{V_F - V_D}{R}\right)\left(\frac{1}{I_S}\right) + 1\right]$$

$$\therefore V_D = V_T' \,Ln\left[\frac{V_F - V_D}{R\, I_S} + 1\right]$$

// Para encontra $V_D \rightarrow$

$$\therefore V_{D_{i+1}} = V_T \,Ln\left(\frac{V_F - V_{Di+1}}{I_S R} + 1\right) \qquad V_{Di} = 0$$

// Ejemplo

▶ Si $R = 150[\Omega]$ y $V_F = 5[V]$, obtener V_D y I_D

$- I_S = 10\,[nA]$ $- \eta = 2$

$\rightarrow$ Ecuación $\quad V_{Di+1} = V_T' \,Ln\left(\frac{V_F - V_{Di}}{R - I_S} + 1\right)$

- $V_{D_1} = \underbrace{(2)(26\times10^{-3})}_{V_T'} Ln\left(\frac{5 - \cancel{V_{Di}} \rightarrow 0}{(150)(10\times10^{-9})} + 1\right) = .78$

$V_T' = \eta V_T \quad V_T \triangleq 26\times10^{-3}\,[mV]$

- $V_{D_2} = (2)(26 \times 10^{-3}) \ Ln \left(\frac{5 - .78}{150 - 10 \times 10^{-9}} + 1 \right) = \ \ldots$

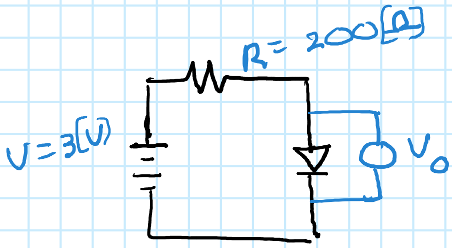
2) Ejemplo

- Para el siguiente circuito:

→ Obtener V_o y I_D

$I_S = 500 \ [nA]$

$\eta = 1.25$



// Ecuaciones

- $V_F = I_D R_{200} + V_D$

- $I_D = \frac{V_F - V_D}{R_{200}}$

→ $V_{D_i} = (1.25)(26 \times 10^{-3}) \ ln \left(\frac{3 - V_{D_i}}{(200)(500 \times 10^{-9})} + 1 \right)$

$V_{D_1} = .333 \ [V]$

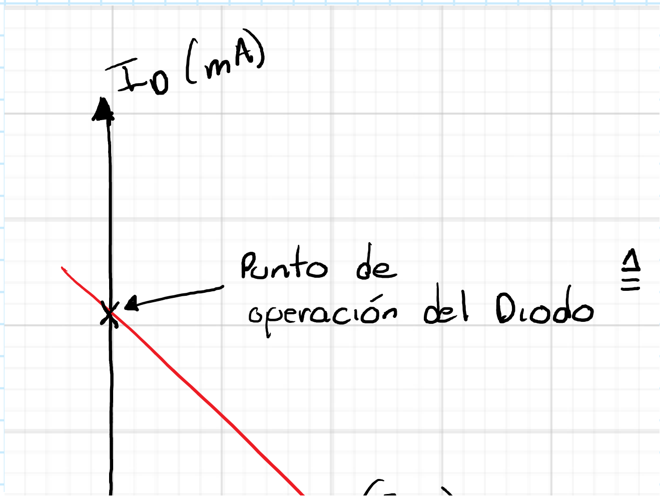
$V_{D_2} = .331 \ [V]$

$V_{D_3} = .331 \ [V]$ //

→ $I_D = \frac{3 - .331}{200} = .013 \ [A] = 13 \ [mA]$ //

→ Apartado Gráfico

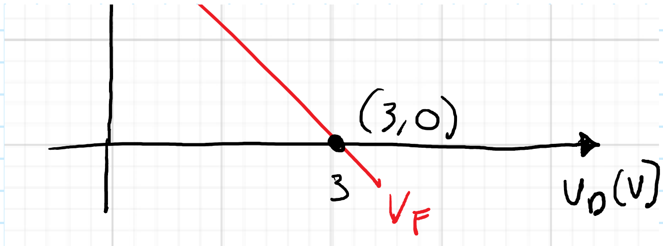
$I_D = -\frac{V_D}{R} + \frac{V_F}{R} = \frac{V_F - V_D}{R}$ //



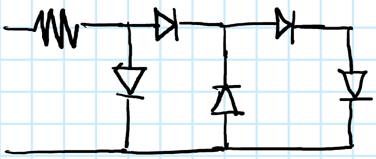
$\triangleq (.331, 13)$

$\frac{\quad}{R}$

$m = -\frac{1}{R}$



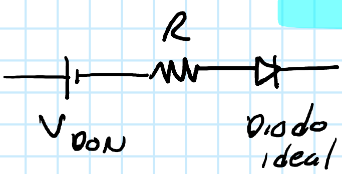
▸ Para circuitos complejos | Modelo Lineal



- Es complicado resolverlo por el método anterior.

- Suponemos que a máxima corriente, con el dispositivo el V_D se mantiene constante $V_D \to V_{DON}$ Voltaje encedido Diodo

- Y se representa como:



- De tal forma que sustituimos el Diodo por su V_{DON}

Nota: El V_{DON} son datos dados por los fabricantes en sus hojas de datos (datasheets)

// Terminos Generales

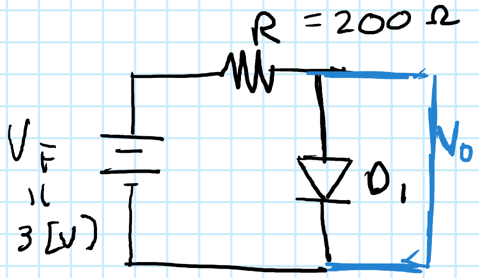
- $V_{DON}\big|_{Silicio} = .7\ [V]$
- $V_{DON}\big|_{Germanio} = .3\ [V]$

Ecuaciones Resultantes

- $V_F = I_D R + V_{DON}$
- $I_D = \frac{V_F - V_{DON}}{R}$

// Ejemplo

- Obtener el V_o del siguiente circuito



a) Si $I_s = 10\,nA$
$\eta = 2$

b) Si D_1 es de Silicio y su $V_{Don} = .7\,[V]$

→ Para a)

- $V_{D_i} = (2)(26 \times 10^{-3}) \ln\left(\dfrac{3 - V_{D_i}}{(10 \times 10^{-9})(200)} + 1\right) =$

$V_{D_1} = .739490$

$V_{D_2} = .724773$ $\qquad V_{D_3} = .725110\,[V]$

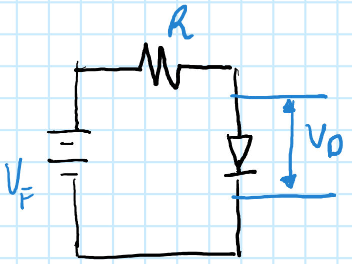
- $I_D = \dfrac{V_F - V_D}{R} = \dfrac{3 - .72511}{200} = .011374\,[A]$

→ Para b)

$I_D = \dfrac{V_F - V_{Don}}{R} = \dfrac{3 - .7}{200} = .011\,[A]$

1.3_Superposición*

Wednesday, August 21, 2019 7:29 AM



$Q \rightarrow \underbrace{\text{Quiscent Point}}_{\text{Trabajo en Diodo}}$

$V_F = I_D R + V_D$; $I_D = \frac{V_F - V_D}{R}$; $I_D = -\frac{\cancel{V_D}}{R} + \frac{V_F}{R}$

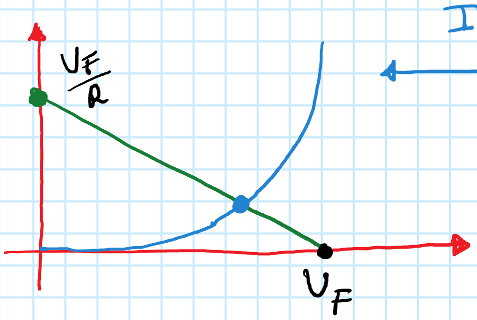
0

I_D min

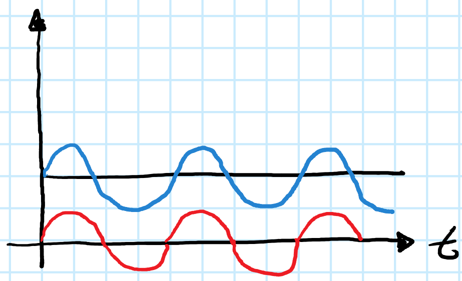
I_D max

NOTA: $V_D = V_F$

$I_D = I_S\left(e^{\frac{V_D}{V_F}} - 1\right)$

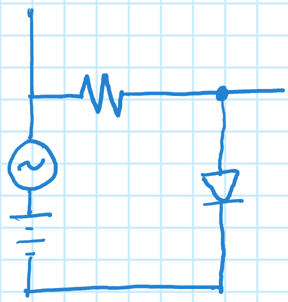


· Comportamiento



$V_{f_2} = A\,sen(\omega t)$

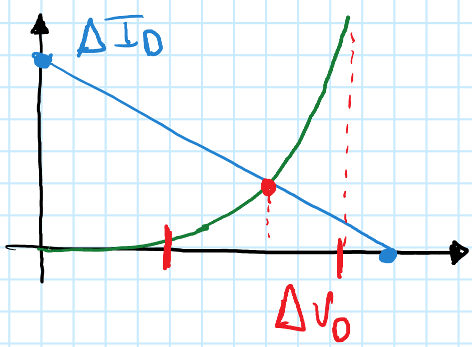
V_{F_1}



- DC
- AC

- Suma de ambos

$I_{P_1} = V_{F_1} + \cancel{A\,sen(\omega t)}$ → 0



Ecuación

$$\frac{\Delta I_d}{\Delta V_D} = I_S\left(e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1\right)$$

$$= I_S\, e^{\frac{V_D}{V_T}} - \cancel{I_S}$$

Es despreciable

ΔV_0 $\quad = I_s e^{V_T} - \cancel{I_s}$

$$\therefore I_{DQ} \approx I_s e^{\frac{V_D}{V_T}}$$

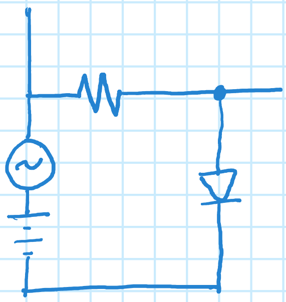
$$\rightarrow \frac{dI_d}{dV_D} = \frac{1}{V_T}\underbrace{\left(I_s e^{\frac{V_D}{V_T}}\right)}_{I_{DQ}}$$

$$\frac{1}{\Omega} = \mho$$

// Inverso

$$\frac{dI_d}{dV_D} = \frac{I_{DQ}}{V_T}\ [\mho]$$

$$\left(\frac{dI_d}{dV_D}\right)^{-1} = \frac{V_T}{I_{DQ}}\ [\Omega] \rightarrow r = \frac{V_T}{I_{dQ}}\ [\Omega]$$



$v_f = A\ \text{sen}(\omega t)\ [V]$

$V_F = A[V]$

- Diodo modelado como resistencia (Sólo con señales pequeñas)

NOTA | CD → Letra de Molde: $V_F - A_F - J$

AC → Letra Cursiva: v_f

→ Ejemplo

Datos | $v_f = 15\ \text{sen}(\omega t)\ [mV]$

$V_F = 15\ [V]$

$R = 250\ [\Omega]$

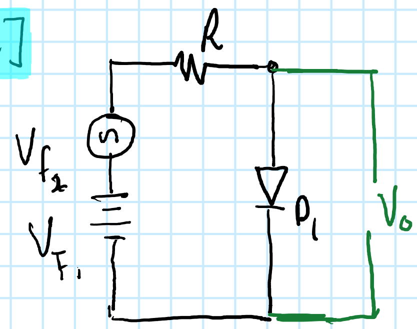
→ Calcular el V_o

Ec... | $V = V + CA$

• Calcular el V_o

Expresión: $V_D = V_{DQ} + CA$

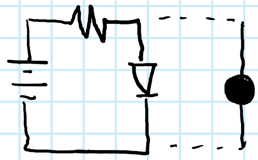
1]



- $D_1 \triangleq$ Diodo de silicio $\triangleq V_{Don} = .7$ [v]
- $R = 250[\Omega]$
- $V_{F_1} = 5$
- $V_{f_2} = 15\ sen(\omega t)$

• Método Superposición

a) DC

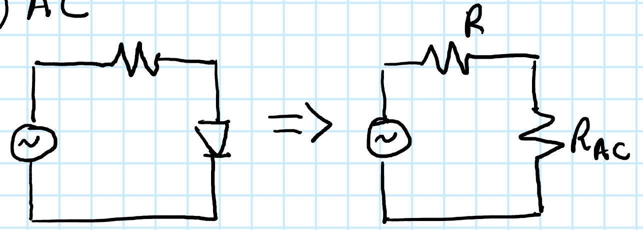


$V_o = V_{DON} = .7$ [v]

$$I_D = \frac{V_F - V_o}{R} =$$

$$= \frac{5 - .7}{250} = .0172\ [A]$$

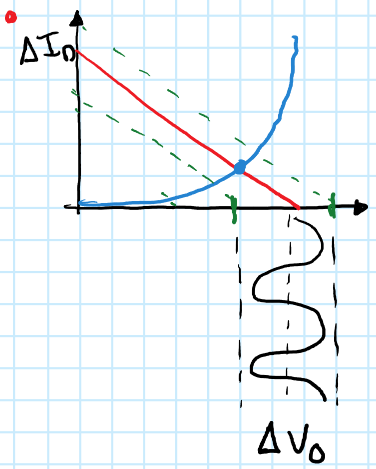
b) AC



$$R_{AC} = \frac{V_T}{I_{DQ}}$$

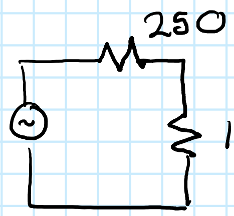
$$R_{AC} = \frac{.026}{.0172}$$

$$= 1.53\ [\Omega]$$



• $I_d = I_s\left(e^{\frac{V_o}{V_F}} - 1\right)$

$\therefore$



$$V_o = \frac{V_{f_2}(R_{ac})}{R_{250} + R_{ac}} = \frac{(15\times10^{-6})(1.53)}{251.53} = 9.12\times10^{-8}$$

// Voltaje Total - Superposición

$$V_o = .7 + 9.12\times10^{-8}\ sen(\omega t)\ [v]$$

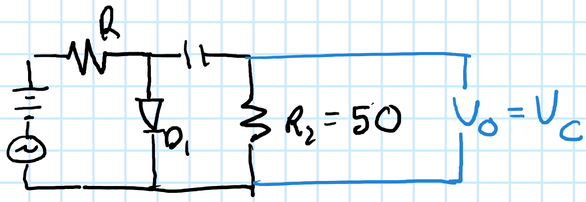
- $I_d = I_s\left(e^{\frac{V_F}{}} - 1\right)$

$$\frac{dI_d}{dV_o} = \frac{1}{V_T} I_{DQ}$$

$$r_{ac} = \frac{V_T}{I_{DQ}}$$

$$V_o = .7 + 9.12 \times 10^{-8} \operatorname{sen}(\omega t)\,[V]$$

2]



- $D_1 \rightarrow I_S = 750\,[nA]$, $\eta = 1.75$ $\quad \omega = 10^3 \left[\frac{rad}{seg}\right]$
- $R_1 = 250\,[\Omega]$ $\quad$ • $V_{F_1} = 5$
- $R_2 = 50\,[\Omega]$ $\quad$ • $V_{F_2} = 15 \operatorname{sen} \omega t\,[mV]$ $\quad$ • $C = 10\,pf$

a) DC

$$V_D = \eta V_T \ln\left(\frac{I_D}{I_S} + 1\right) = \eta V_T \ln\left(\frac{V_F - V_D}{R I_S} + 1\right)$$

$$V_{D_1} = (1.75)\overset{\text{Siempre mismo}}{\left(26 \times 10^{-3}\right)} \ln\left(\frac{5 - 0}{(750 \times 10^{-6})(250)} + 1\right) =$$

$$V_{D_2} = (\ldots) \ln\left(\frac{5 - V_{D_1}}{(\ldots)} + 1\right) = .467\,[V]$$

$$V_{D_3} = .439\,[V]$$

$$\rightarrow I_{D_3} = \frac{V_F - V_{D_3}}{R} = \frac{5 - .439}{250} = .01824\,[A]$$

b) AC $\quad V_T = .026 = 26 \times 10^{-3}$

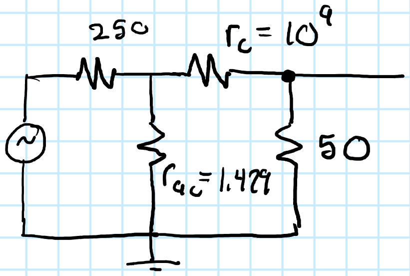
$$r_{ac} = \frac{V_T}{I_{DQ}} = \frac{.026}{.01824} = 1.4254\,[\Omega]$$

// El capacitor

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow X_C = \frac{1}{(10^3)(10 \times 10^{-12})} = 10^9 [\Omega]$$

$$\omega = 2\pi f c$$

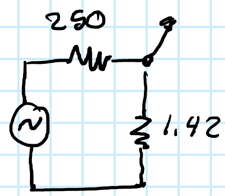
→ Sustituyendo en circuito



// Reduciendo

$$R_{C-2} = r_c + R_2$$

$$R_{C-2} // r_{ac} = \frac{R_{C-2} + r_{ac}}{r_{ac} + R_{C-2}}$$



$$V = \frac{V_{f_2}(1.42)}{250 + 1.42} = \frac{(15 \times 10^{-3})(1.42)}{250 + 1.42} \cong 84.71 [\mu V]$$

$$\therefore V_{TP_1} = 84.71 \text{ sen } \omega t \ [\mu V]$$

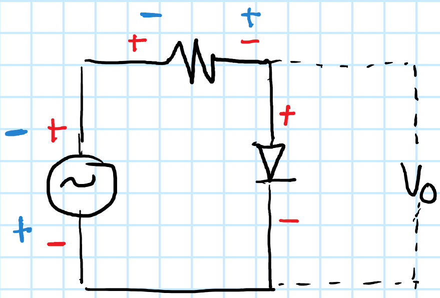
$$V = V_0 = \frac{(V_{TP_1})(50\ \Omega)}{(50 + 10^9)} = \frac{(84.71 \text{ sen}\omega t)(50\ \Omega)}{(50 + 10^9)} =$$

$$= \emptyset$$

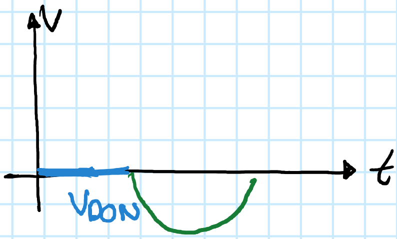
1.4_C.Recortadores

Friday, August 23, 2019 7:23 AM

Circuitos Recortadores



$V_0 = V_{DON}$



if $V_{in} > V_0$

$\therefore V_0 = V_{DON}$

if $V_{in} < V_0$

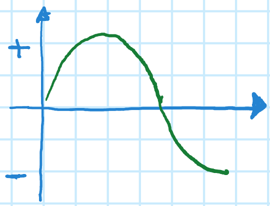
$\therefore V_0 = A\,sen\,\omega t$

// No circula

∴ Voltaje Fuente

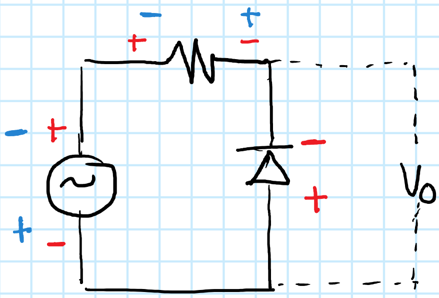
RECUERDA (AC)

$V_f = A\,sen\,\omega t$ [V]

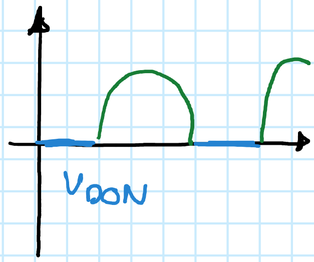


//Voltaje fuente

// Si ponemo el diodo en sentido contrario



$V_0 = V_{DON}$



if $V_{in} > V_0$

$\therefore V_0 = A\,sen\,\omega t$

if $V_{in} < V_0$

$\therefore V_0 = V_{DON}$

Variables

$V_f \triangleq$ Voltage Final

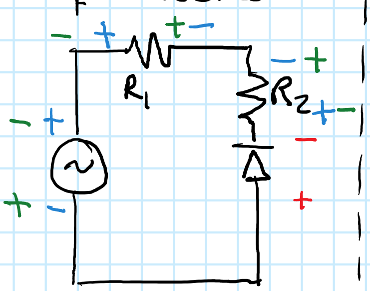
$V_0 \triangleq$ Voltage Salida

$V_D \triangleq$ Voltage Diodo

$V_{DON} \triangleq$ Voltage Diodo encendido

// Con resistencia en el circuito

$V_f = A\,sen\,\omega t$



- $V_f = IR_1 + IR_2 + V_D$

if $V_{in} > V_0$

$\therefore V_0 = V_f$

// Diodo polarizado en inversa

∴ Diodo abierto ∴ V_f

- $V_f = IR_1 + IR_2 + V$

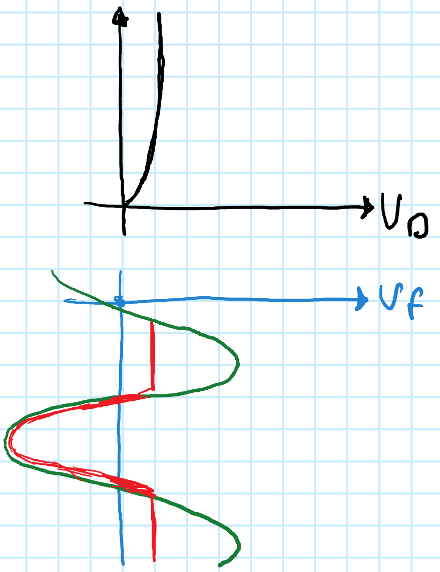
∴ Diodo abierto ∴ V_f

• $V_f = IR_1 + IR_2 + V_D$

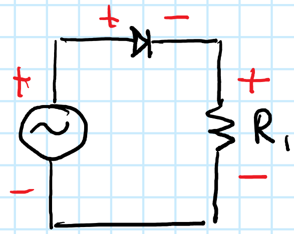
$$I = \frac{V_f - V_D}{R_1 + R_2} \Rightarrow V_o = IR_2 + V_{DON}$$

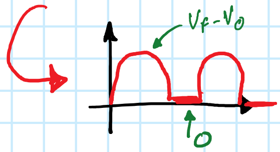
$$\therefore V_o = \left(\frac{V_f - V_D}{R_1 + R_2}\right) R_2 + \left(-V_{DON}\right)$$

// Curva característica del Diodo



▸ ¿Qué pasa en este caso?



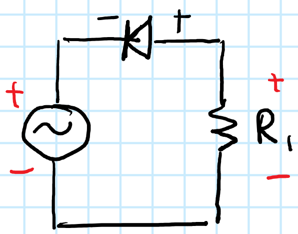


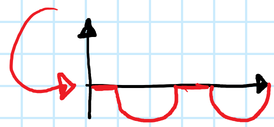
$V_f = V_D + IR_1$

• Si conduce

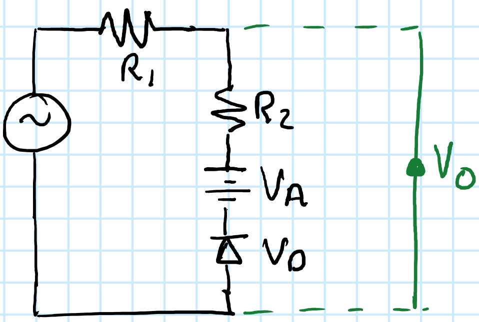
$V_o = IR_1$

$\therefore V_o = V_F - V_D$





// Con otra fuente



$V_f = IR_1 + IR_2 + V_A + V_D$

$$I = \frac{V_f - V_A - V_D}{R_1 + R_2}$$

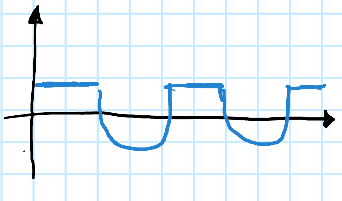
→ $V_o = IR_2 + V_A + V_D$

$$\rightarrow V_0 = IR_2 + V_A + V_D$$

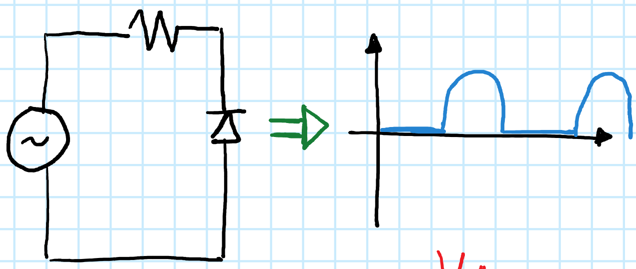
$$= \left(\frac{V_f - V_A - V_D}{R_1 + R_2}\right) R_2 + V_A + V_D$$

$$\therefore V_0 = \left(\cancel{\frac{V_f}{R_1 + R_2}}\right) R_2 + \left(\cancel{\frac{-V_A - V_D}{R_1 + R_2}}\right) R_2 + V_A + V_D$$

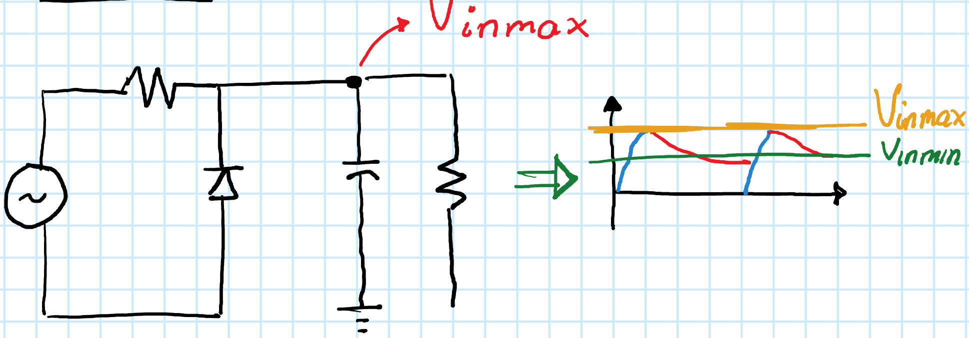
- Parte Gráfica



- $\omega = A \operatorname{sen} \omega t$



- We wanto change signal



- $V_{inmin} = V_{inmax}\, e^{-\frac{t}{\tau}}$ | $\tau = RC \triangleq$ Constante de tiempo

Para un Vinmax | $V_{inmax} = 5RC$

// Linealizando la ecuación y despejando C

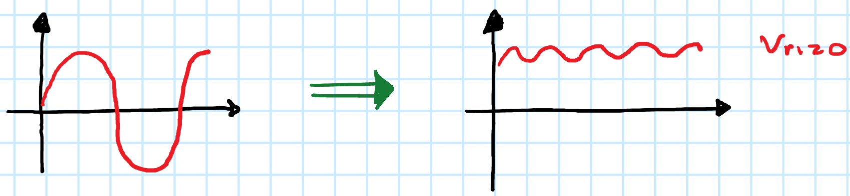
$$C = \frac{V_{inmax}}{(V_{inmax} - V_{inmin})\, R f} \quad \therefore C \rightarrow \infty$$

frecuencia

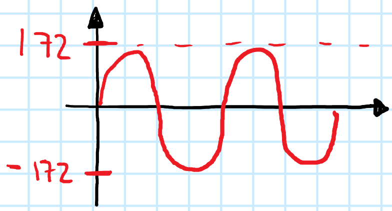
$(V_{inmax} - V_{inmin}) \cdot f$ ← frecuencia

- Puede concluirse que entonces V_{inmin} no puede ser igual a V_{inmax}

NOTA | Voltaje de rizo ← $V_{inmax} - V_{inmin}$



Caso real

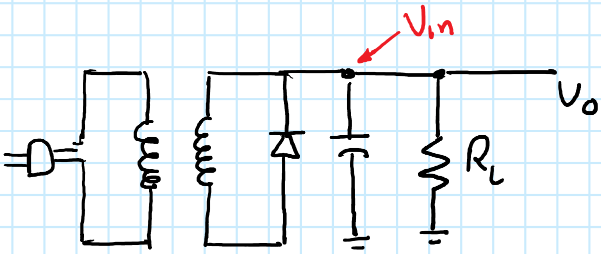


- $V_p = 172\ [V] \rightarrow V_{rms} = 117\ [V]$
- 60 Hz

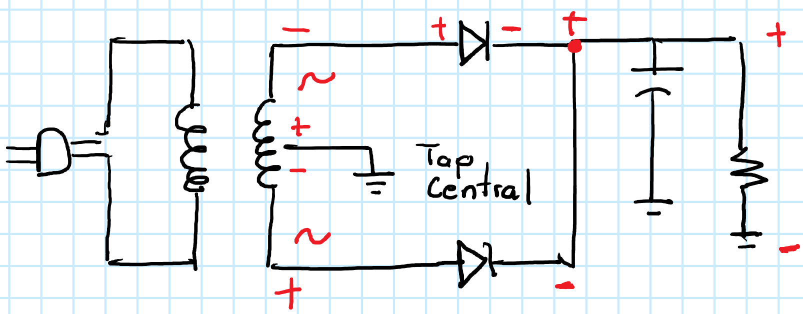
- Fuente de alimentación no regulada

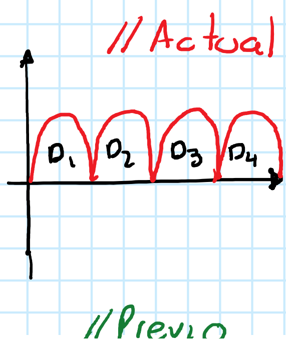
$$C = \frac{V_{inmax}}{(V_{inmax} - V_{inmin})\, R_L\, f}$$

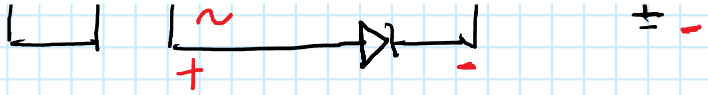
f ↑ 60 Hz



- Disminuir el tamaño del capacitor → Aumentamos la frecuencia → Lo hacemos con diodos







$$C = \frac{V_f \, max}{\Delta V \, R_l \, 2F}$$

$\downarrow$

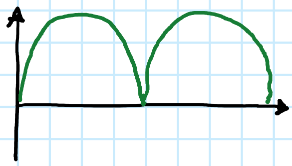
0 // Que tienda a 0

Tap Central

$\triangleq$

Derivador Central

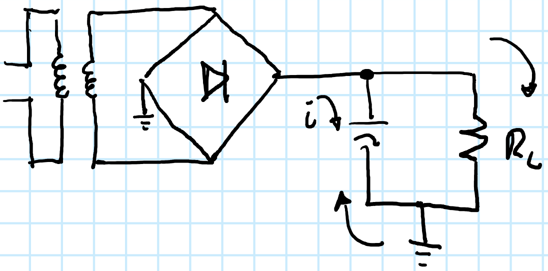
// Previo

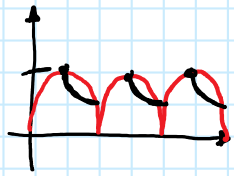


1.5_circuitoSujetador

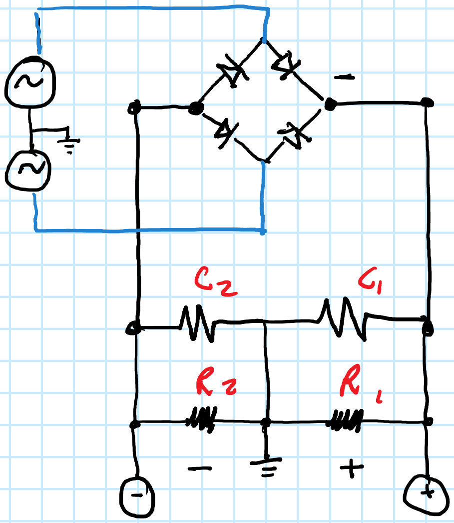
Friday, August 30, 2019 7:42 AM

Fuente de Diodos



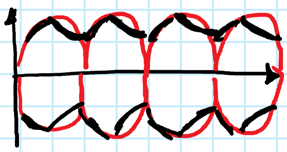


// De tap Central



NOTA:

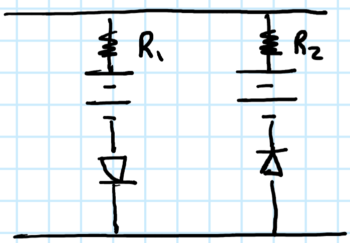
- 2 diodos → sólo positivo
- Puente de diodos → Ambos Lados

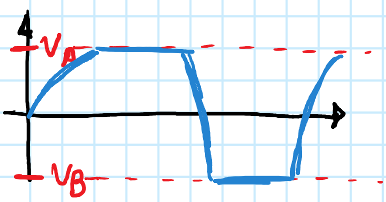


Voltaje de Rizo

$$C = \frac{V_{f\,max}}{(V_{f\,max} - V_{f\,min})\, f\, R_1}$$

Aplicaciones





SEÑAL CUADRADA

if $V_{in} > V_A + V_{D_1}$

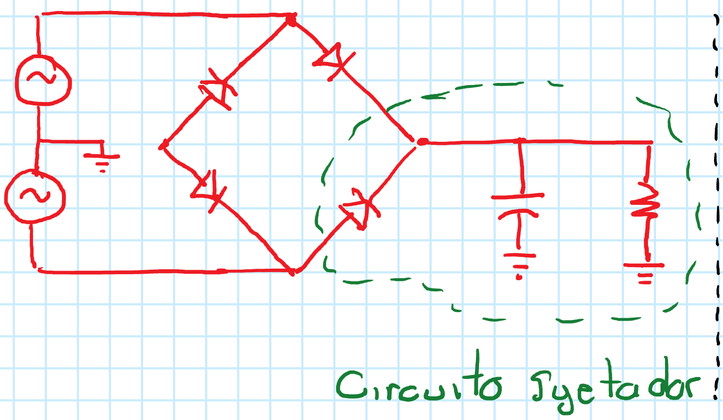
if $V_{in} > V_A + V_{D_1}$

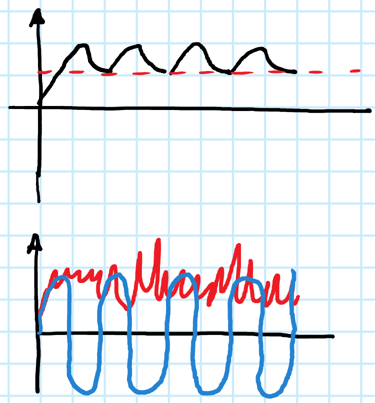
$\therefore V_0 = V_A + V_{D_1}$

if $V_B + V_{D_2} < V_{in} < V_A + V_{D_1}$

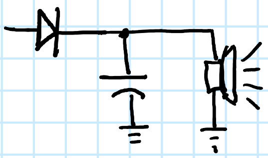
$\therefore V_0 = A\,sen(\omega t)$

Circuito Sujetador (De pico)

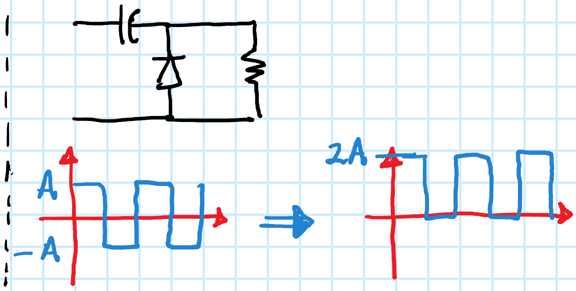




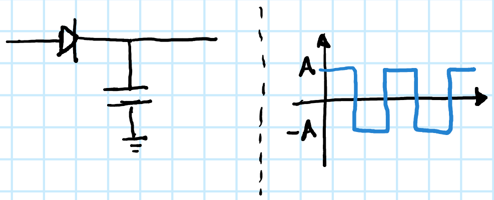
Demodulador A.M.

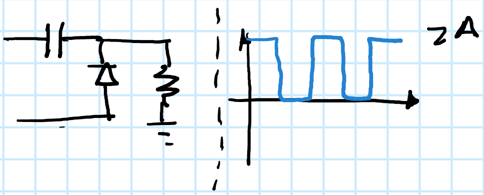


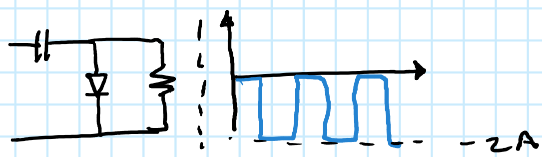
¿Qué hace?



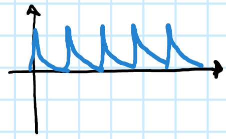
Sujetador de Pico





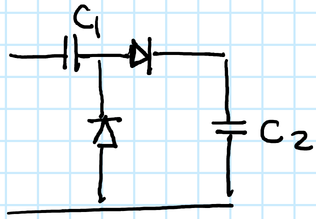


- Depende de R_A
  Si $R_L \to \emptyset$

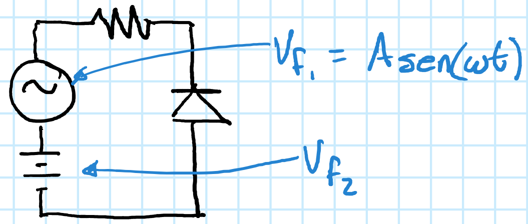


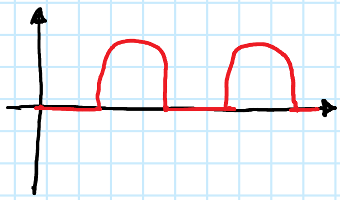
Función Pulso

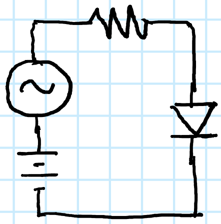
- Con los circuitos anteriores se construyen los Duplicadores y/o Multiplicadores de Voltaje.

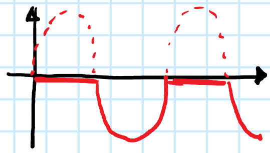


Circuito Recortador Sujetador

- 



- 

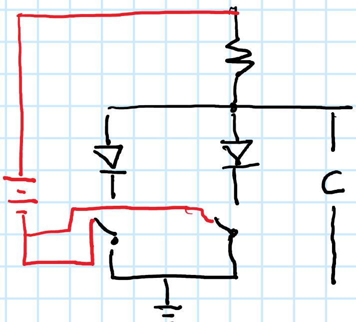


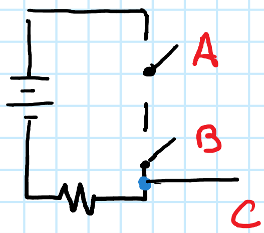
Circuitos Lógicos

AND

B	A	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

⇒

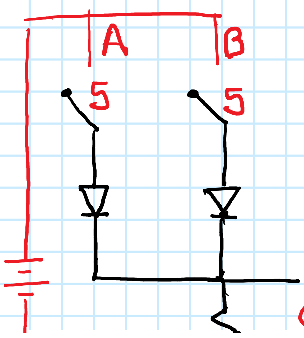


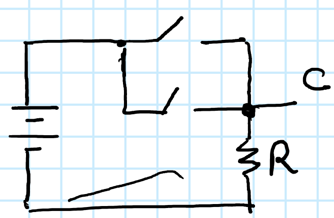


OR

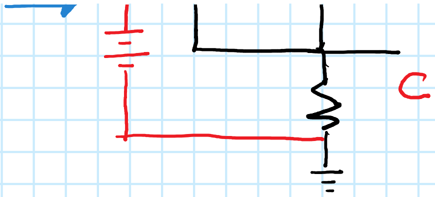
B	A	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1

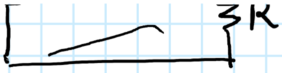
⇒





0	1	1
1	0	1
1	1	1

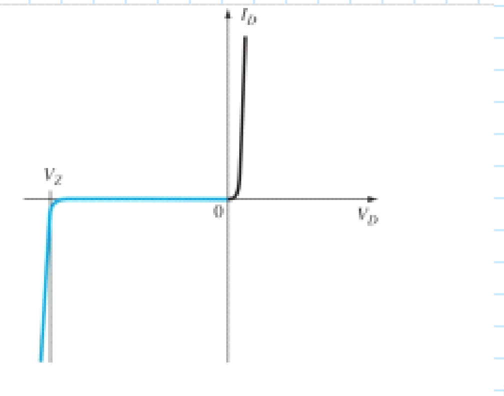




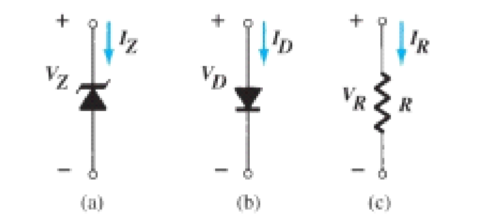
2.1_Zener

Monday, September 2, 2019 7:29 AM

▸ Diodos y Voltaje Zener



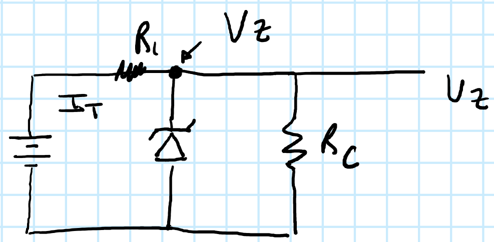
- La región Zener tiene una dirección opuesta a la de un diodo polarizado en directa



Dirección de conducción: (a) Diodo Zener; (b) diodo semiconductor; (c) elemento resistivo.

- Figuras o elementos representativos de algunos elementos de conducción

▸ Circuito Regulador Zener



$$I_T = I_Z + I_{RL} \quad (1)$$

$$V_F = I_T R_1 + V_Z \quad (2)$$

$$\therefore R_1 = \frac{V_F - V_Z}{I_T} \quad (3)$$

// Sustituyendo 1 en 3

$$R_1 = \frac{V_F - V_Z}{I_Z + I_{RL}} \longrightarrow I_{RL} = \frac{V_Z}{R_L}$$

→ Posibilidades en circuito Zener

a) $V_{in} = cte$, $I_{in} = cte$ | • V_{inmax} ; I_{Rmax} ; I_{Zmin}

a) $V_{in} = cte$, $I_{in} = cte$

b) $V_{in} \neq cte$, $I_n = cte$

c) $V_{in} = cte$, $I_{in} \neq cte$

d) $V_{in} \neq cte$, $I_{in} \neq cte$

- V_{inmax} ; I_{Rmax} ; I_{Zmin}
- $V_{in\,min}$; I_{Rmin} ; I_{Zmax}

$$\therefore R_{imax} = \frac{V_{Fmin} - V_Z}{I_{Zmin} + I_{Lmax}}$$

· Considerando a

$I_{Zmin} = 10\%\, I_{Zmax}$

$$\bullet\, R_{Imax} = \frac{V_{Imin} - V_Z}{.1 I_{Zmax} + I_{Lmax}}$$

$$\bullet\, R_{Imin} = \frac{V_{Imax} - V_Z}{I_{Zmax} + I_{Lmin}}$$

// Despejando a I_{Zmax}

$$\frac{V_{Fmin} - V_Z}{.1 I_{Zmax} + I_{Cmax}} = \frac{V_{Fmax} - V_Z}{I_{Zmax} + I_{Lmin}}$$

$$(I_{Zmax} + I_{Lmin})(V_{Fmin} - V_Z) = (V_{Fmax} - V_Z)(.1 I_{Zmax} + I_{Cmax})$$

$\vdots$

$$I_{Zmax}(V_{Fmin} - V_Z - .1 V_{Fmax} + .1 V_Z) = I_{Lmin}(V_Z - V_{Fmin}) + I_{Lmax}(V_{Fmax} - V_Z)$$

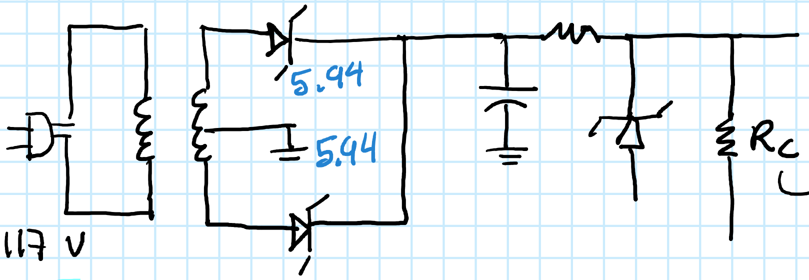
$$\therefore I_{Zmax} = \frac{I_{Lmin}(V_Z - V_{Fmin}) + I_{Lmax}(V_{Fmax} - V_Z)}{V_{Fmin} - .9 V_Z - .1 V_{Fmax}}$$

$$\Rightarrow R_I = \frac{V_{Fmax} - V_Z}{I_{Zmax} + I_{Zmin}}$$

2.2_Fuente Alimentación*

Wednesday, September 11, 2019 7:25 AM

• Diseñar una fuente de alimentación con 8 [V] con un diodo zener y se alimenta de 117 Vrms ± 5 V y alimentar con carga que varia de 350 a 450 [mA]



$V_{out} = 8[V]$

350 - 450 [mA]

I_{Cmin} I_{Cmax}

±15

$V_{f_{min}} = 117 - (117 \times .15)$
$= 99.45 [V_{rms}]$

$V_{f_{max}} = 117 + (117 \times .15) =$
$= 134.45 [V_{rms}]$

$V_{in_{min}} = V_{in} \quad V_{in}(\%) =$

CARE

$= 8\,V + (8 \times .2) =$; $V_{in_{min}} = V_{pico_{min}}$
$= 9.6 [V_{rms}]$

$\therefore V_{rms} = \frac{V_{pico_{min}}}{\sqrt{2}} = 6.79$

// Tap Central

$\therefore V_{pico_{min}} \Big| \; 6.79 \times 2 = 13.58 \; [V_{rms}]$

// Relación Transformación

$n = \frac{99.45^{*}}{13.58} = 7.37 \; [V_{rms}]$

// Sin Tap Central (Extra)

$n = \frac{99.45^{*}}{6.72} = \sim \; [V_{rms}]$

// $V_{pico\,max}$ $\qquad * V_{f\,min}$

$$V_{pico\,max} = \frac{V_{f\,max}}{n} = \frac{134.45}{7.37} = 18.36\ [V_{rms}]$$

$$V_{pico\,max} = \left(\frac{18.36}{2}\right)\left(\sqrt{2}\right) = 12.99\ [V_{p\,max}]$$

$$\therefore V_{in\,max} = 12.99\ [V_p]$$

$$V_{in\,min} = 9.6\ [V_p]$$

$$I_{c\,max} = 450\ [mA]$$

$$I_{c\,min} = 350\ [mA]$$

$$I_Z = \frac{I_{c\,min}\left(V_Z - V_{f\,min}\right) + I_{c\,max}\left(V_{f\,max} - V_Z\right)}{V_{f\,min} - .9\,V_Z - .1\,V_{f\,max}}$$

V_{out}

- $$I_{Z\,max} = \frac{(350\times10^{-3})(8-9.6) + (450\times10^{-3})(12.99-8)}{9.6 - (.9)(8) - (0.1)(12.99)} =$$

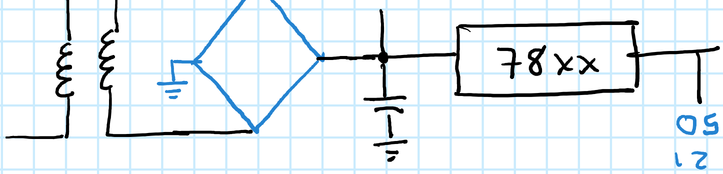
$$= 1.53\ [A]$$

- $$R_i = \frac{V_{F\,max} - V_Z}{I_{Z\,max} + I_{Z\,min}} = \frac{12.99 - 8}{1.53 + 350\times10^{-3}} = \boxed{2.65\ [\Omega]}$$

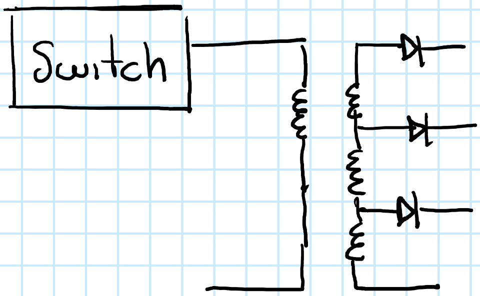
$$P = \left(V_{F\,max} - V_Z\right) I_T = (12.99 - 8)(1.53 + 350\times10^{-3}) =$$

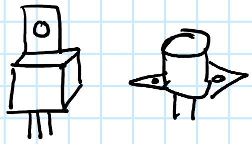
$$= 9.37\ [Watts]$$

$U_{in} = 8\ [V]$



05 – 5V
12 – 12V
24 – 24V





RESUMEN

Wednesday, September 18, 2019 8:07 PM

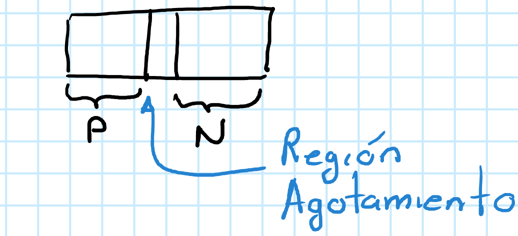
▸ Metaloides

- Si - Silicio
- Sn - Estaño
- Ge - Germanio
- Pb - Plomo

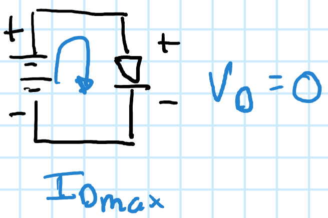
$\underbrace{\hspace{4cm}}$ Semi-Conductores

- Diodo de Unión

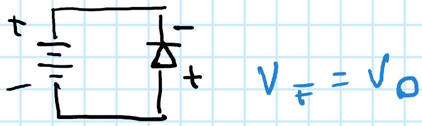
↳ Depende del dopaje es la actividad



- Polarización Directa = Flujo de Corriente



- Polarización Inversa = Corriente del diodo = 0



▸ Comportamiento Diodo

$$I_D = I_S\left(e^{\frac{V_D}{V_t}} - 1\right)$$

- $I_D \triangleq$ Corriente Diodo
- $I_S \triangleq$ C. Componentes Minoritarios
- $V_D \triangleq$ Voltaje del diodo

- $V_t \triangleq$ Voltaje Térmico

$$V_T = \frac{KT}{q}$$

$K \triangleq$ C. Bolsman $= 1.38 \times 10^{-23} \left[\frac{J}{K^o}\right]$

$T \triangleq$ Temperatura $= 26 \times 10^{-3} \, [K^o]$

$q \triangleq$ Carga electrón $= 1.609 \times 10^{-19} \, [C]$

// Forma despejada

$$V_D = V_T' \ln\left(\frac{I_D}{I_S} + 1\right)$$

$$V_T' = \eta V_T = (\eta)(26 \times 10^{-3})$$

// V_{Diodo} con iteraciones

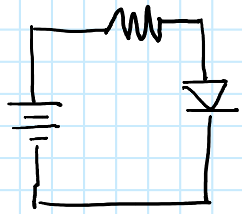
$$V_{D+i} = V_T \ln\left(\frac{V_F - V_{D\,i+1}}{I_S\, R} + 1\right)$$

$$I_D = \frac{V_F - V_D}{R}$$

// Versiones Complejas

$$V_F = I_D R + V_{D_{ON}}$$

$$I_D = \frac{V_F - V_{D_{ON}}}{R}$$



$$m = -\frac{1}{R}$$

$$b = -\frac{V_f}{R}$$

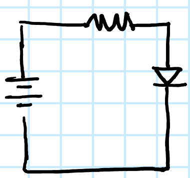
▸ Método de Superposición

$$r_{AC} = \frac{V_T}{I_{dQ}}$$

Diodo modelado como resistencia

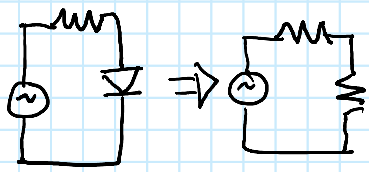
NOTA: Sirve para AC

▸ AC y DC



$$I_D = \frac{V_F - V_{D_{on}}}{R}$$

$$= \frac{5 - .7}{250} = .017\,[A]$$

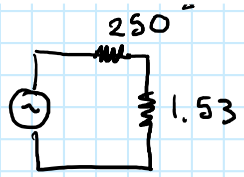


$$r_{AC} = \frac{.026}{.017} = 1.53\,[\Omega]$$

250

∴ 

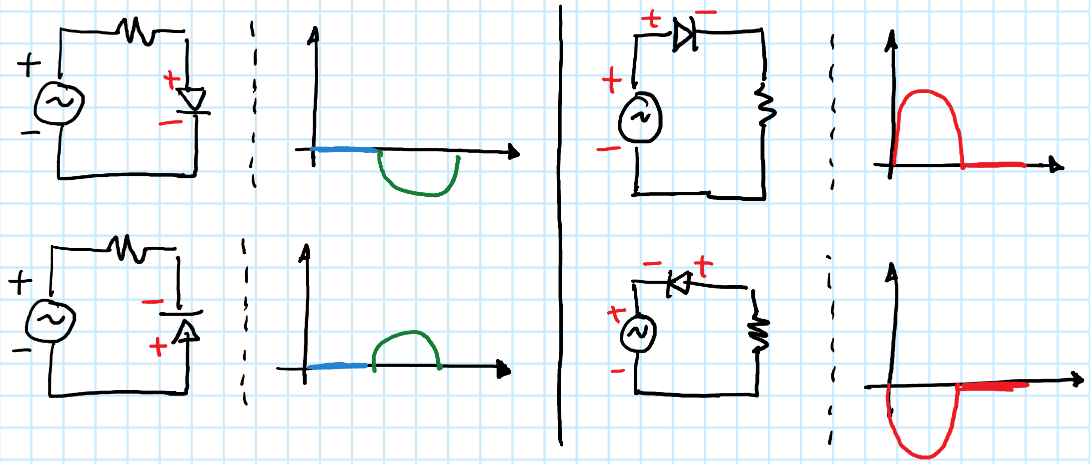
$V_D = V_{F_2}(R_{AC})$ $15 \times 10^{-6}\,(1.53)$

∴ 

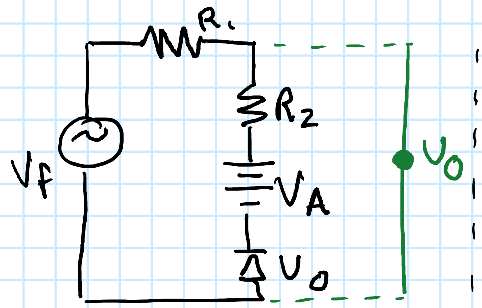
$$V_0 = \frac{V_{f_2}(R_{ac})}{R_{250}+R_{ac}} = \frac{15\times 10^{-6}(1.53)}{251.53} = 9.12\times 10^{-8}$$

$$= [.7] + 9.12\times 10^{-8}\,\text{sen}\,\omega t\,[V]$$

▸ Circuitos Recortadores



▸ Con otra fuente ¿?



- $V_f = IR_1 + IR_2 + V_A + V_D$

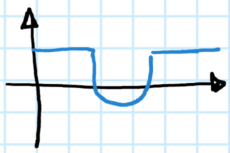
$$I = \frac{V_f - V_A - V_D}{R_1+R_2}$$

- $V_0 = IR_2 + V_A + V_D$

$$= \left(\frac{V_f - V_A - V_D}{R_1+R_2}\right)R_2 + V_A + V_D$$

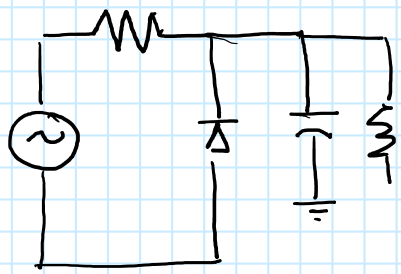
- $$V_0 = \cancel{\left(\frac{V_f}{R_1+R_2}\right)R_2} + \cancel{\left(\frac{-V_A-V_D}{R_1+R_2}\right)R_2} + V_A + V_D$$

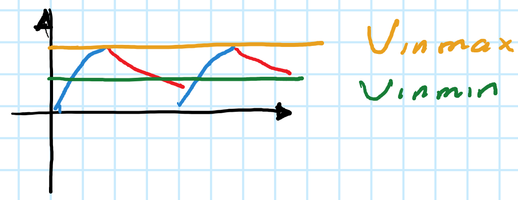
∴ $V_0 = V_A + V_D$



▸ Circuitos Rectificador

▸ Circuitos Rectificador



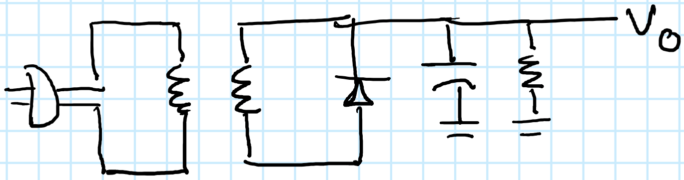


$$V_{in\,min} = V_{in\,max}\, e^{-\frac{t}{\tau}}$$ $\tau = RC \triangleq Ct.$ Tiempo

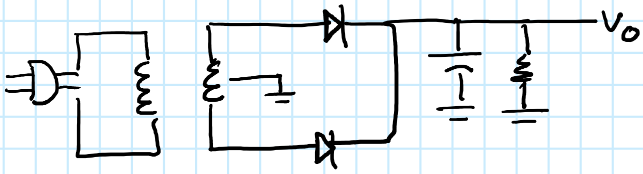
Versión Linealizada (Media Onda)

$$C = \frac{V_{in\,max}}{(V_{in\,max} - V_{in\,min})\,R\,f}$$

f ← frecuencia



Con Tap Central



$$C = \frac{V_{in\,max}}{V_{in\,max} - V_{in\,min}\;R\,2f}$$

NOTA: Disminuir tam capacitor → Aumenta frecuencia → Lo hacemos con diodos

Voltaje Rizo: $V_{rizo} = V_{in\,max} - V_{in\,min}$

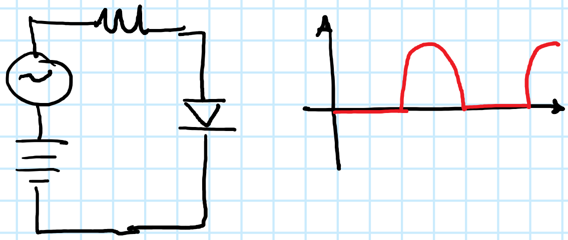
▸ Circuitos Sujetadores

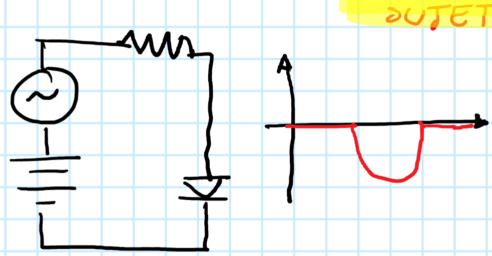
$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

RECORTADOR
SUJETADOR

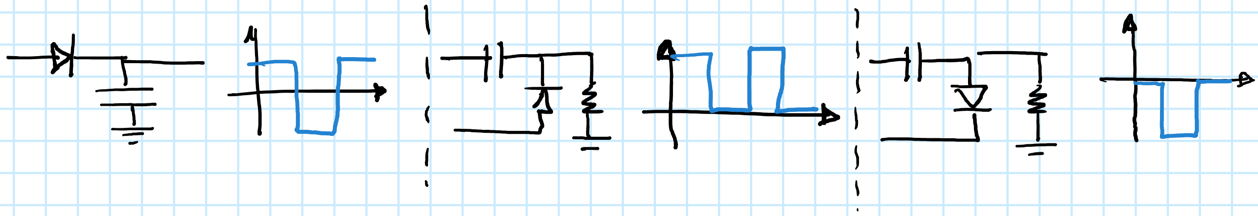
$\sqrt{2}$

RECORTADOR SUJETADOR

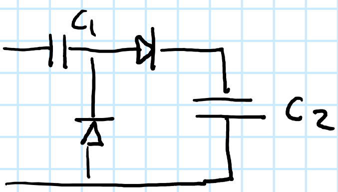




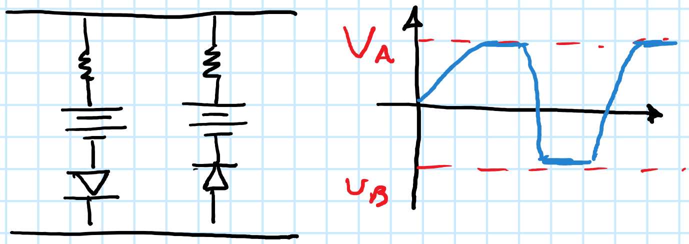
Sujetador Pico



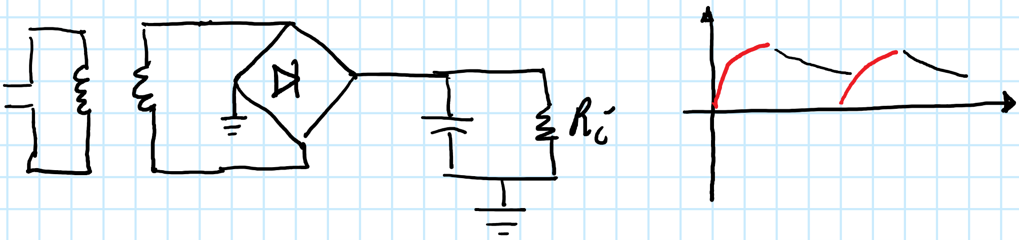
Multiplicadores



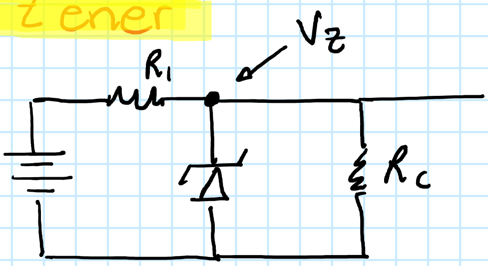
Señal Cuadrada



Puente Diodos



Zener



$$R_1 = \frac{V_F - V_Z}{I_Z + I_{RC}}$$

$$I_{RC} = \frac{V_Z}{R_C}$$

$$R_{i\,max} = \frac{V_{F\,min} - V_Z}{I_Z \ldots + I \ldots}$$

// Considerando

$I_Z\,min = 10\%\,I_Z\,max$

$$R_{i\,max} = \frac{V_{F\,min} - V_Z}{I_{Z\,min} + I_{C\,max}}$$ // Considerando $I_{Z\,min} = 10\% I_{Z\,max}$

$$R_{i\,max} = \frac{V_{I\,min} - V_Z}{(.1) I_{Z\,max} + I_{C\,max}}$$

$$R_{i\,min} = \frac{V_{I\,max} - V_Z}{I_{Z\,max} + I_{C\,min}}$$

$$I_{Z\,max} = \frac{I_{C\,min}(V_Z - V_{F\,min}) + I_{C\,max}(V_{F\,max} - V_Z)}{V_{F\,min} - (.9) V_Z - (.1) V_{F\,max}}$$

$$R_i = \frac{V_{F\,max} - V_Z}{I_{Z\,max} + I_{Z\,min}}$$