

1 MAY 2018

Osciladores con transistor BJT y Circuito Tanque LC

En esta publicacion, expodremos el analisis matematico realizado a tres diseños de diferentes circuitos osciladores o resonantes, configuracion Colpitts, Hartley y Clapp.

Oscilador LC.

El oscilador LC, esta conformado por una bobina y un condensador, el cual se encuentran conectados en el modo paralelo, la forma del como este circuito resuena es debido a la manera en como el Condensador Almacena la energia en forma de carga electrica y el principio basico del como la Bobina genera un campo magnetico.

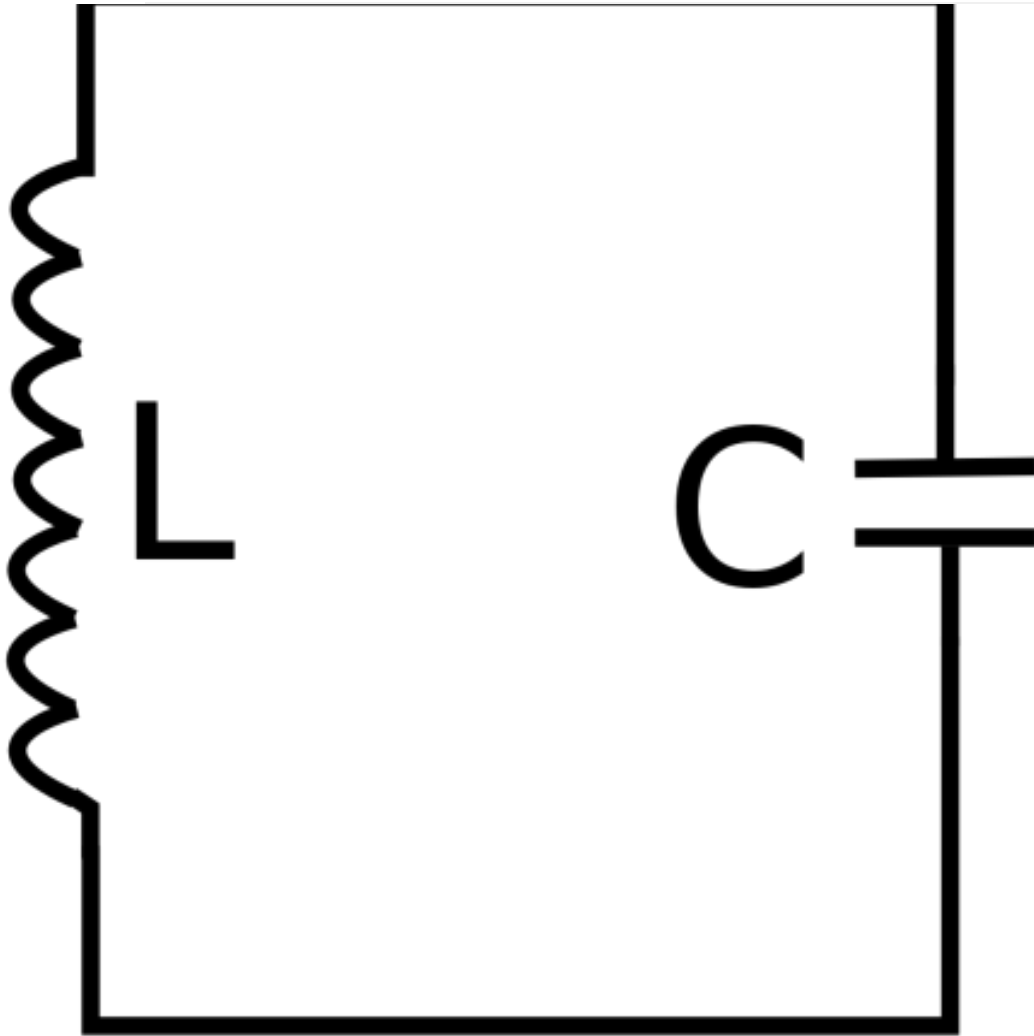


Fig1. Oscilador LC

El condensador, en un tiempo igual a cero, ofrece una impedancia cercana a cero ohmios, por lo que permite que fluya una gran corriente a través de él, la cual va disminuyendo hasta que sus placas sean llenadas de tantas cargas positivas y negativas como lo permita el tamaño de las mismas y la permitividad eléctrica del aislante que hay entre ellas.

En este instante el condensador actúa como un aislante, ya que no puede permitir más el paso de la corriente, y se crea un campo eléctrico entre las dos placas, que es el que crea la fuerza necesaria para mantener almacenadas las cargas eléctricas

Por otra parte, en un tiempo igual a cero la bobina posee un impedancia casi infinita, por lo que no permite el flujo de la corriente a través de ella y, a medida que pasa el tiempo, la corriente empieza a fluir, creándose entonces un campo magnético proporcional a la magnitud de la misma. También la oposición que hace la bobina, al paso de la corriente eléctrica, empieza a disminuir a medida que transcurre el tiempo. El condensador, que en principio permitía a los electrones salir de una placa, y entrar en la otra, va reduciendo esta capacidad con el paso del tiempo. Al estar el condensador y la bobina en paralelo, la energía almacenada por el campo eléctrico del condensador (en forma de cargas electrostáticas), es absorbida por la bobina, que la almacena en su campo magnético, pero a continuación es absorbida y almacenada por el condensador; nuevamente en forma de campo eléctrico; para ser nuevamente absorbida por la bobina, y así sucesivamente. Esto crea un vaivén de la corriente (cargas eléctricas) entre el condensador y la bobina. Este vaivén constituye una oscilación electromagnética, en la cual el campo eléctrico y el magnético son perpendiculares entre sí, que cuando el campo magnético de la bobina esta en su punto máximo, el campo eléctrico almacenado en el condensador es cero, y que cuando el campo eléctrico en el condensador es máximo, no existe campo magnético en la bobina.

[wikipedia](#)

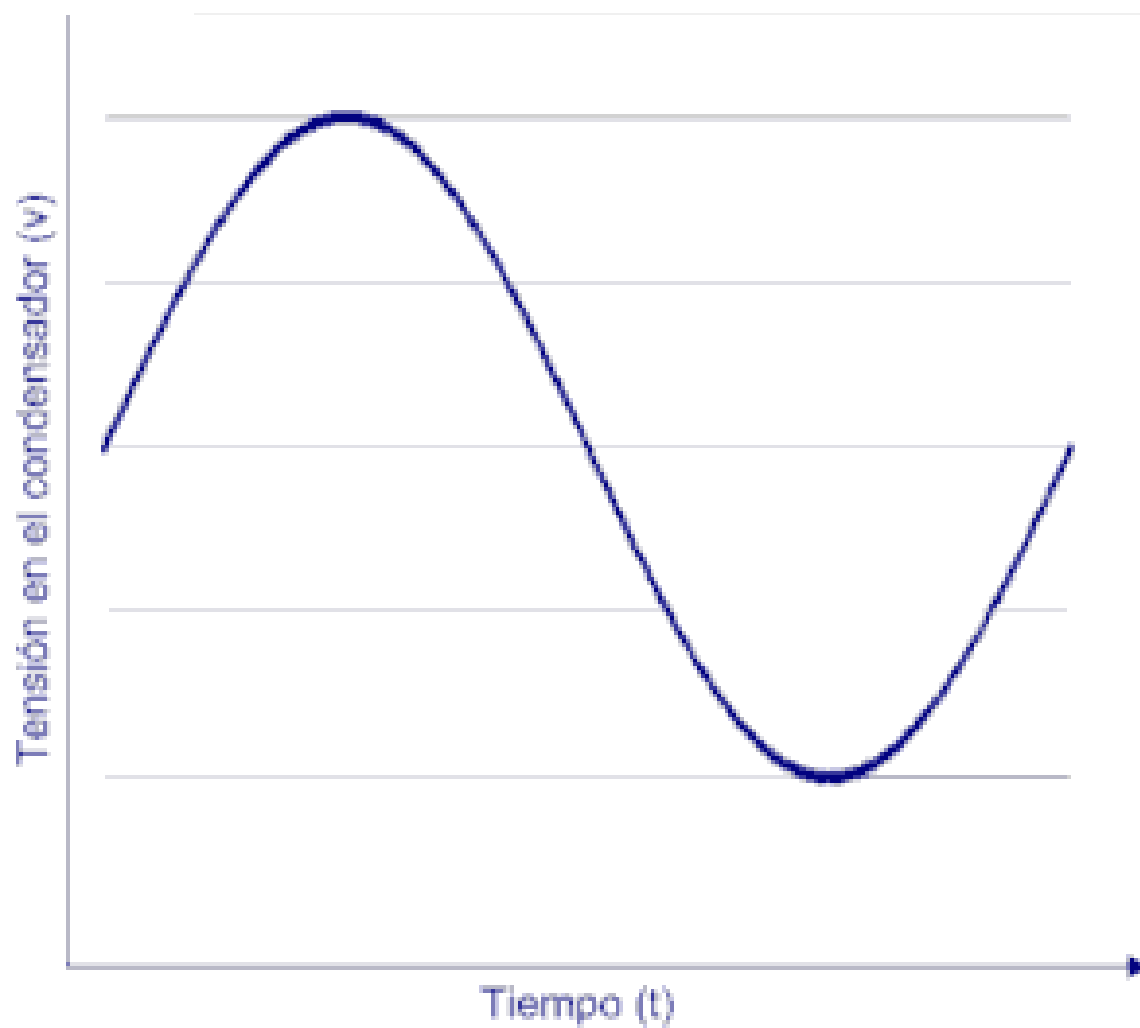




Fig2. Curvas de tension en un oscilador LC

Frecuencia de oscilacion o resonancia.

Se describe que la corriente que va y viene del Condensador a la Bobina, fluye con una velocidad, esta velocidad o frecuencia de resonancia es dependiente de los valores de la Bobina y el Condensador, esta frecuencia de oscilacion es posible calcularla usando la siguiente formula.

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

El valor de L o C puede ser el conjunto de varias Bobinas o Varios condensadores en serie.

Oscilador Colpitts

El oscilador Colpitts, esta compuesto por dos condensadores conectados en serie que a su vez estan conectados en paralelo a una bobina. el centro de los dos condensadores se encuentra conectado a tierra, de tal manera que las tensiones superior e inferior del circuito sean opuestas.

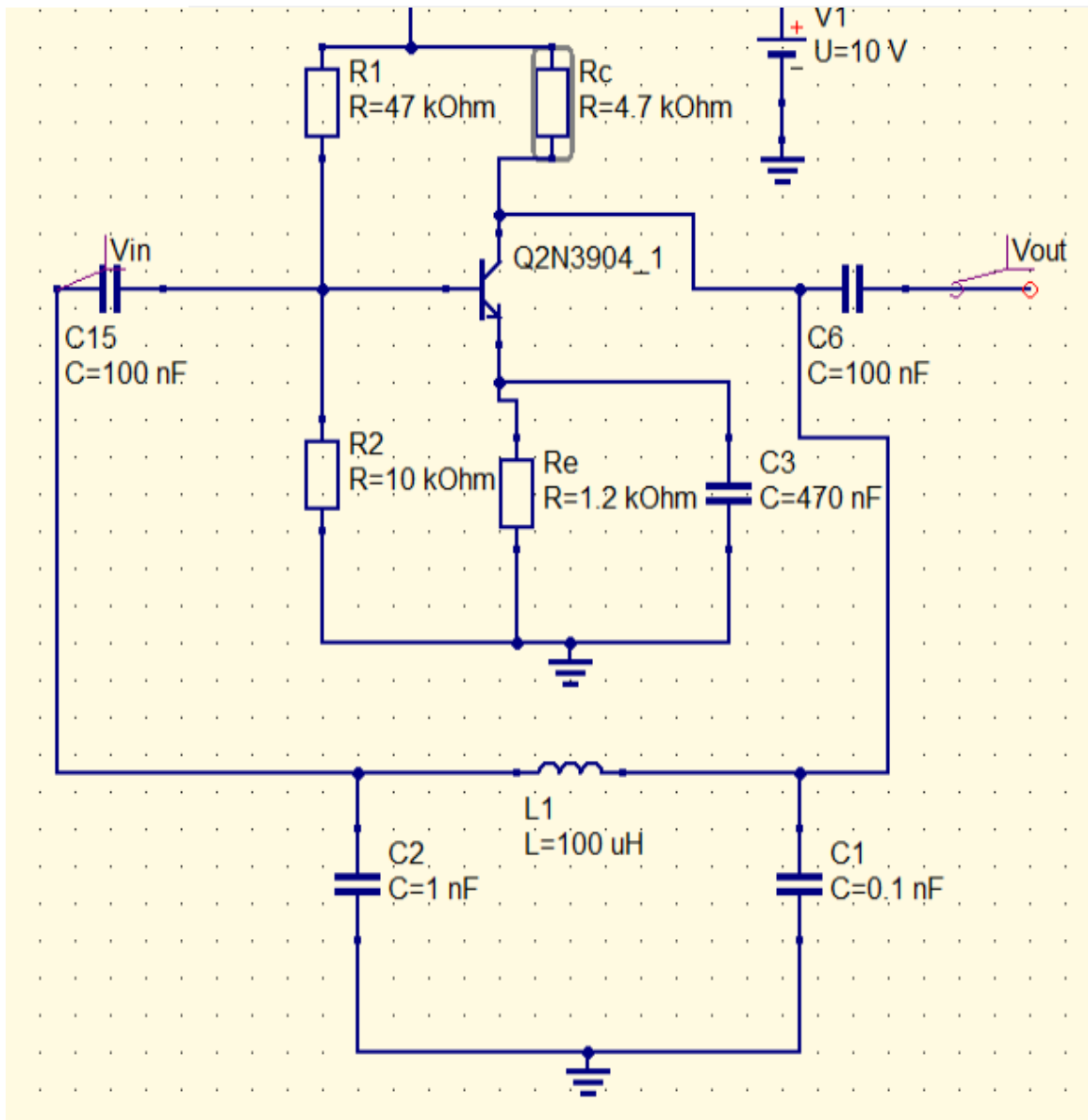


Fig3. Oscilador en configuracion Colpitts

a la salida del circuito V_{out} .

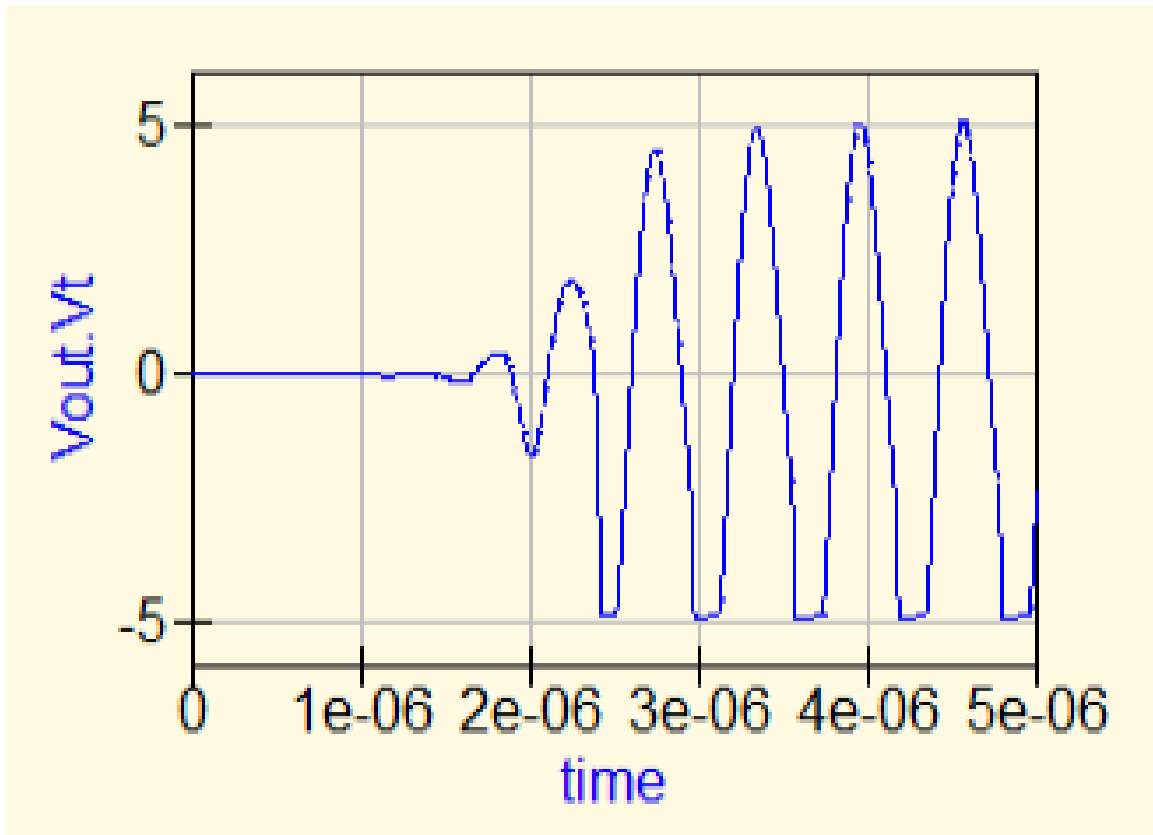


Fig4. Respuesta en el tiempo Oscilador Colpitts

Para realizar el calculo del Oscilador, es necesario fijar la bobina y uno de los condensadores y despejando el otro, dependiendo del valor de la frecuencia a fijar, para esta prueba fijaremos una frecuencia de oscilacion mayor a 1Mhz.

la Frecuencia de oscilacion esta descrita por la misma formula del oscilador basado en el resonante LC.

donde C_{eq} es el condensador resultante de aplicar el serie entre los dos condensadores.

$$C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

Si el transistor utilizado es un BJT, se debe cumplir la siguiente condicion para que el circuito resuene

$$h_{fe} > \frac{C_1}{C_2}$$

Ejercicio de polarizacion para el circuito propuesto sobre la Figura 3.

Se ha realizado un script en python 2.7 el cual es capas de solucionar y determinar si el circuito oscilaria correctamente.

```
## El siguiente script calcula los valores de condensadores y bobin
## para el montaje de 1 circuito basados en el oscilador con transi
##

## Oscilador para el Colpits

import math
lColpist= 100e-6 # Expresado en Henrios
## Para el colpits, tenemos encuesta el criterio
#hfe> c1/c2
c1colpist = 100e-12 # Expresado en Faradios
c2colpist = 1000e-12 # Expresado en Faradios

cEqcolpist = (c1colpist*c2colpist)/(c1colpist+c2colpist) # Condensa
print "Serie de condensadores para colpits", cEqcolpist

focolpistst = 1/(2*math.pi*math.sqrt(lColpist*cEqcolpist)) # Frecuen
```



```

periodo = 1 / focolpitst
print "El periodo de la onda seno es:", periodo

##Para que el circuito oscile correctamente, las reactancias deben
## tanto para el serie de los condensadores como para la bobina uti
#reactancia inductiva
Xl = 2*math.pi*focolpitst*lColpist
print "Reactancia Inductiva: ", Xl, "Ohm"

#Reactancia capacitiva
##Calculamos la reactancia para cada condensador
## El condensador mas pequeno, en este caso C1, tendra una reactanc
## Ej. C1 = 4.7nF  C2 = 33nF,
## al tener C1 la capacitancia menor, indica que la Reactancia de e
Xc1 = 1/(2*math.pi*focolpitst*c1colpist)
print "Reactancia Capacitiva para c1: ", Xc1, "Ohm"
Xc2 = 1/(2*math.pi*focolpitst*c2colpist)
print "Reactancia Capacitiva para c2: ", Xc2, "Ohm"

Xc = Xc1 + Xc2
print "Reactancia Capacitiva Total: ", Xc, "Ohm"

AXc2Xc1 = Xc2/Xc1
print "Ganancia en Condensadores por Reactancia", AXc2Xc1

difReactancias = abs(Xl-Xc)
print "Diferencia entre reactancias", difReactancias
if difReactancias < 0.0001:
    print "Las reactancias Son casi iguales podria Resonar!"
else:
    print "Las reactancias No son iguales"

# Calculo de los valores para el diseno del transistor para el colp
## Ganancia del transistor debida a los condensadores, tambien conc
## de retroalimentacion.
beta=Ac1SobreC2 = c1colpist/c2colpist
print "Ganancia en condensadores:",Ac1SobreC2
print "Ganancia en Reactancias  :",AXc2Xc1

```

```
Vcc = 10.0

## r1 y r2 son las resistencias del divisor de voltage en la entrada
## para este ejemplo usaremos 10k
r1 = 47e3
r2 = 10e3


# en ohm
# Resistencia de emisor
re = 1.2e3
# Resistencia del colector
rc = 4.7e3


## hayamos voltage thevenin
Vb = vth = ((r2*Vcc)/(r1+r2))
print "vth:" , vth

rth = (r1*r2)/(r1+r2)
print "rth:", rth


## Se calcula el voltaje de Emisor
Ve = Vb - 0.7
print "Ve:", Ve


## para hayar corrientes decimos Ie=Ic aproximadamente...
iE = Ve/re
print "Ie = Ic :", iE

rPrimaE = 26e-3/iE
print "r'e: ", rPrimaE


##Ganancia por conductancia 0 ganancia de Corriente
gm = iE / 26e-3
print "Gm:", gm


## Ganancia de Voltage del Amplificador
Av = gm * rc
print "Ganancia del amplificador utilizado", Av
```

```

##Condiciones de arranque para la oscilacion
## Se debe de proponer un valor de RC para que el circuito resuene.
# Debe de ser Rc * Gm * hfe > 1
# donde Rc = Resistencia de Colector, Gm ganancia por conductancia,

GananciaTotal = rc * gm * Ac1SobreC2
print "GananciaTotal es: ", GananciaTotal
print "Es valido el valor de RC para resonar?", GananciaTotal >= 1
#print "es hfe mayor a c1/c2?", beta > (Ac1SobreC2)
print "Av*Ai>1?", gm*Av > 1

```

si ejecutamos este codigo sobre python, obtendremos la siguiente salida.

```

heberth@tux13z940[TallerOsciladores]:$ python CalculoOsciladorCol
Serie de condensadores para colpits 9.09090909091e-11
la frecOscColpist es: 1669231.12545
El periodo de la onda seno es: 5.99078213169e-07
Reactancia Inductiva: 1048.80884817 Ohm
Reactancia Capacitiva para c1: 953.462589246 Ohm
Reactancia Capacitiva para c2: 95.3462589246 Ohm
Reactancia Capacitiva Total: 1048.80884817 Ohm
Ganancia en Condensadores por Reactancia 0.1
Diferencia entre reactancias 0.0
Las reactancias Son casi iguales podria Resonar!
Ganancia en condensadores: 0.1
Ganancia en Reactancias : 0.1
vth: 1.75438596491
rth: 8245.61403509
Ve: 1.05438596491
Ie = Ic : 0.00087865497076
r'e: 29.5906821963
Gm: 0.0337944219523
Ganancia del amplificador utilizado 158.833783176
GananciaTotal es: 15.8833783176
Es valido el valor de RC para resonar? True
Av*Ai>1? True

```

Compuesto por dos bobinas y un solo condensador, donde las bobinas se encuentran conectadas en serie que a su vez están en paralelo al condensador, el centro de unión de las dos bobinas se encuentra a tierra, esto con el mismo fin del oscilador Colpitts, crear una diferencia de polarización en los extremos.

Normalmente suele tenerse una bobina en la cual el medio de esta se realiza un corte y se polariza a tierra, dividiendo a la mitad el valor de la bobina repartiéndolo sobre cada una de ellas.

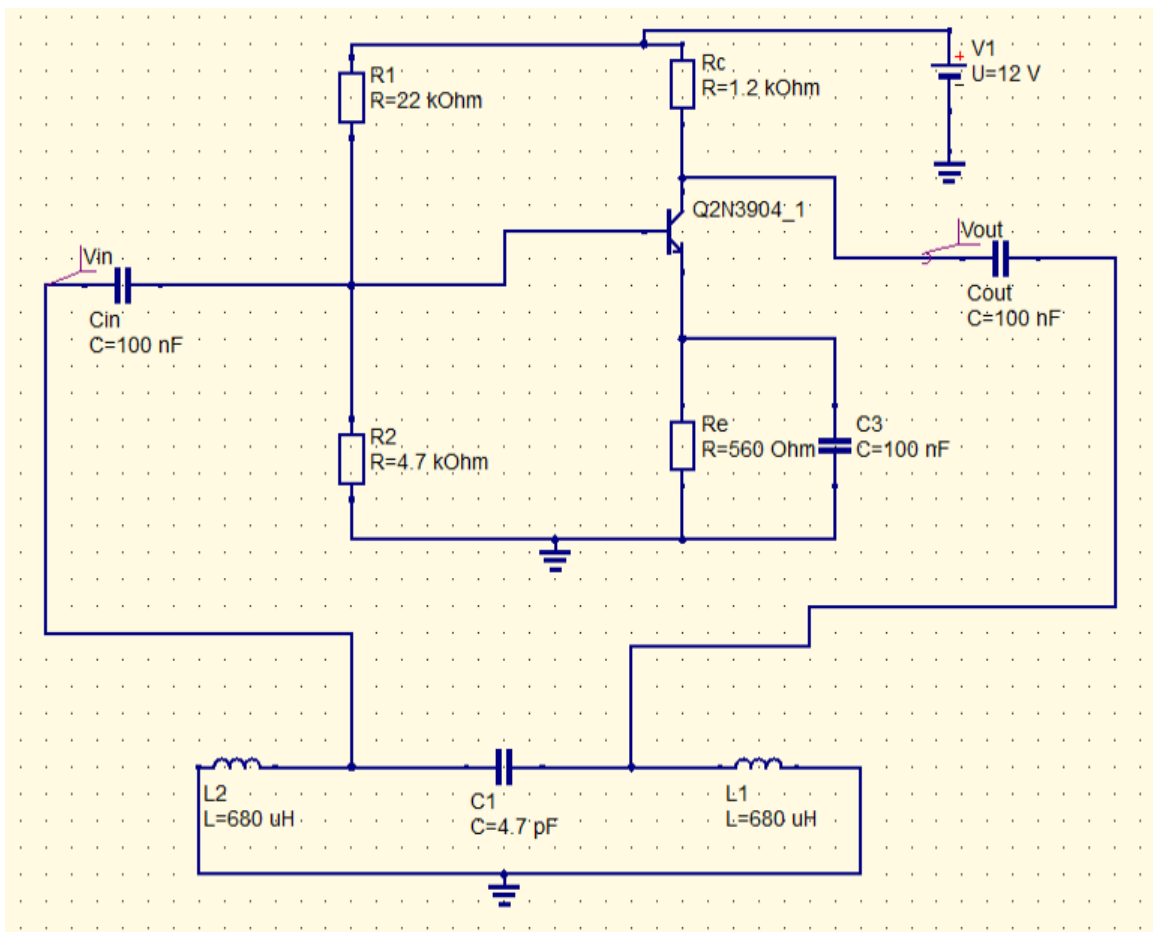


Fig5. Oscilador en configuración Hartley

Si iniciamos la simulacion, podremos ver su ejecucion sobre el tiempo.

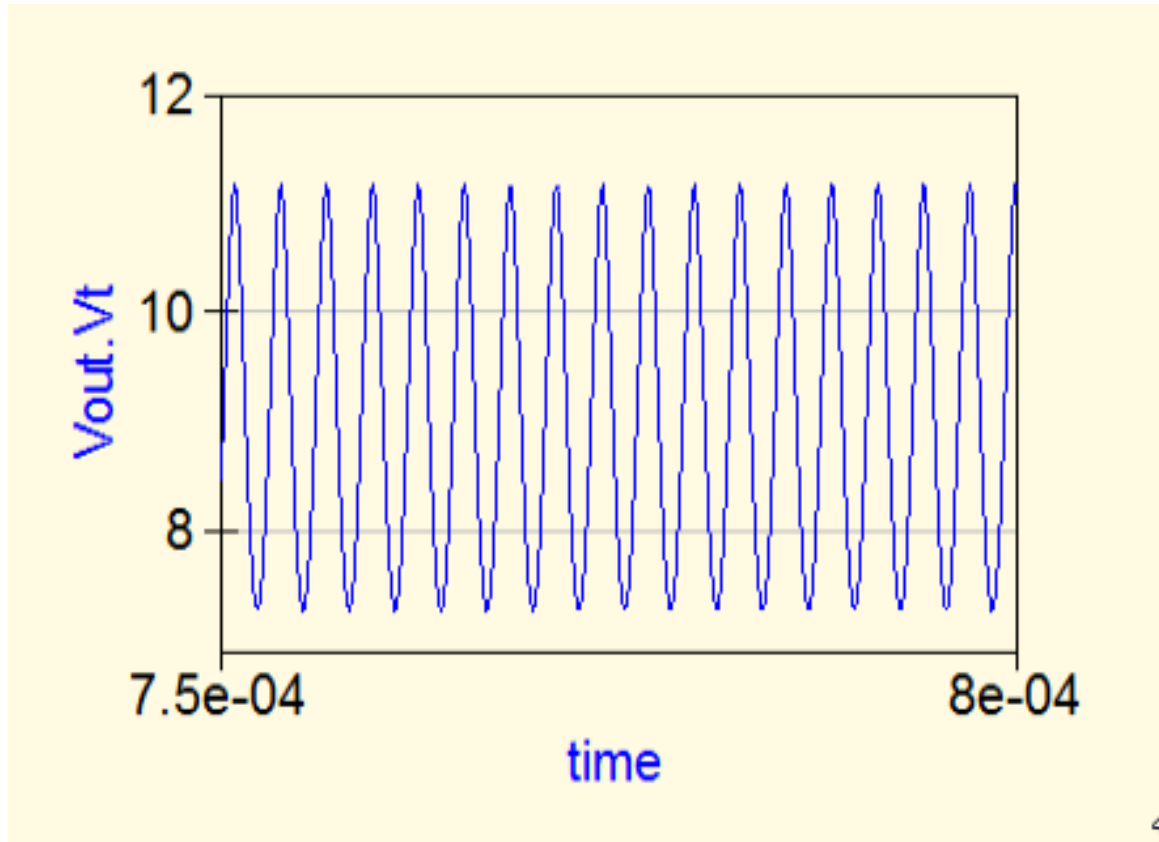


Fig6. Respuesta en el tiempo del Oscilador Hartley

Para hayar la frecuencia de oscilacion,

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LeqC}}$$

donde Leq es la suma de las dos bobinas.

$$Leq = l_1 + l_2$$

Para que el circuito oscile correctamente, las bobinas deben de cumplir la siguiente condicion de inicio.

$$hfe > \frac{l_1}{l_2}$$

Ejercicio de polarización para el circuito propuesto sobre la Figura 5.

Se ha realizado un script en python 2.7 el cual es capaz de solucionar y determinar si el circuito oscilaría correctamente.

```
## Oscilador Hartley
import math

#Bobinas del circuito tanque
# Bobina de salida, conectada al Colector del transistor
l1 = 680e-6
# Bobina de realimentacion, conectada a la Base del transistor
l2 = 680e-6
# Bobina equivalente del circuito tanque, bobinas en serie.
lEqHartley = l1 + l2

#Condensador del circuito tanque.
##CHartley = 100e-12
CHartley = 4.7e-12

##Calculamos la frecuencia de oscilacion del circuito tanque.
foHartley = 1/(2*math.pi*math.sqrt(lEqHartley*CHartley)) # Frecuencia
print "la frecuencia es:", foHartley
# Sacamos el periodo de una onda con el inverso de la frecuencia
periodoHartley = 1/foHartley
print "el periodo es:", periodoHartley

##Para que el circuito oscile correctamente, las reactancias debe
## tanto para el serie de las bobinas como para el condensador ut
#reactancia inductiva total es = wL donde w es la velocidad angular
Xl = 2*math.pi*foHartley*lEqHartley
print "Reactancia Inductiva total: ", Xl, "Ohm"
#Reactancia Inductiva
##Calculamos la reactancia para cada bobina
## La bobina se puede ver como una sola el cual ha sido dividida
# el total de 1360uH,
Xl1 = 2*math.pi*foHartley*l1
```

```

print "Reactancia inductiva para l2: ", Xl2, "Ohm"
Xlto = Xl1 + Xl2
print "Reactancia Inductiva Total: ", Xlto, "Ohm"

# La ganancia en reactancias sobre las bobinas
AXl2Xl1 = Xl2/Xl1
print "Ganancia expresada por la reactancia L2/l1s", AXl2Xl1

# Reactancia Capacitiva generada por el condensador del circuito
Xc = 1/(2*math.pi*foHartley*CHartley)
print "Reactancia Capacitiva para Condensador: ", Xc, "Ohm"

difReactancias = abs(Xl-Xc)
print "Diferencia entre reactancias", difReactancias
if difReactancias < 0.0001:
    print "Las reactancias Son casi iguales podria Resonar!"
else:
    print "Las reactancias No son iguales"

# Calculo de los valores para el diseno del transistor para el co
# para el 2n222 con un beta hfe=75
## Ganancia del transistor medida
##Av = hfe = 200

## Ganancia del transistor debida a los condensadores, tambien co
## de retroalimentacion.
beta=Al1Sobrel2 = l1/l2
print "Ganancia en Bobinas:",Al1Sobrel2
print "Ganancia en Reactancias :",AXl2Xl1

##Para el diseno del circuito.
#en Volts
Vcc = 12.0

## r1 y r2 son las resistencias del divisor de voltage en la entr
## para este ejemplo usaremos 10k
r1 = 22e3
r2 = 4.7e3

```

```
# en ohm
# Resistencia de emisor
re = 560
# Resistencia del colector
rc = 1.2e3

# Resistencia de Carga
rl = 100e3

## hayamos voltage thevenin
Vb = vth = ((r2*Vcc)/(r1+r2))
print "vth:" , vth

rth = (r1*r2)/(r1+r2)
print "rth:", rth

# Beta medido del transistor
b = 350
Vbe = 0.7

## Corriente de base
Ib = (vth - Vbe)/(rth + b*re)
print "Ib: %E" % Ib

Ic = b * Ib
print "Ic: %E" % Ic

## para hayar corrientes decimos Ie=Ic aproximadamente...
#iE = Ve/re
Ie = Ic
print "Ie = Ic : %E" % Ie

# Hayamos voltaje de Colector y de emisor
Vc = rc * Ic
print "Vc: ", Vc
Ve = re * Ie
print "Ve: ", Ve

# Hayamos Voltaje Colector Emisor
Vce = Vcc - Vc - Ve
print "Vce: ", Vce
```



```
# Hayamos impedancias de entrada y salida

Zin = rth
print "Zin: %E" % Zin
Zou = (rc * rl) / (rc + rl)
print "Zou: %E" % Zou

rPrimae = 26e-3/Ie
print "r'e: ", rPrimae

#Ganancia del transistor
Av = (Zou)/(rPrimae + re)
print "Av:", Av

# Hayamos los condensadores de entrada y de salida
cIn = (-1)/((Zin/10)*2 * math.pi * foHartley)
print "Cin: ", cIn
cOut = (-1)/((Zou/10)*2 * math.pi * foHartley)
print "Cout: ", cOut

#hayamos el condensador para el colector
Ce = (-1)/((re/10)*2 * math.pi * foHartley)
print "Ce: ", Ce

##Ganancia por conductancia 0 ganancia de Corriente
gm = Ie / 26e-3
print "Gm:", gm

# Ganacia con filtro en Emisor
AvC = Zou / rPrimae
print "AvC:", AvC

## Ganancia de Voltage del Amplificador
Av = gm * rc
print "Ganancia del amplificador utilizado", Av

##Condiciones de arranque para la oscilacion
## Se debe de proponer un valor de RC para que el circuito resuen
# Debe de ser Rc * Gm * hfe > 1
# donde Rc = Resistencia de Colector, Gm ganancia por conductanci

GananciaTotal = rc * gm * AllSobrel2
print "GananciaTotal es: ", GananciaTotal
```

```
print "Av*Ai>1?", gm*Av > 1
```

si ejecutamos este codigo sobre python, obtendremos los datos referentes al circuito expuesto.

```
heberth@tux13z940[TallerOsciladores]:$ python CalculoOsciladorHartl
la frecOscHartley es: 1990681.35354
el periodoHartley es: 5.02340567073e-07
Reactancia Inductiva total: 17010.6349713 Ohm
Reactancia inductiva para l1: 8505.31748566 Ohm
Reactancia inductiva para l2: 8505.31748566 Ohm
Reactancia Inductiva Total: 17010.6349713 Ohm
Ganancia expresada por la reactancia L2/l1s 1.0
Reactancia Capacitiva para Condensador: 17010.6349713 Ohm
Diferencia entre reactancias 3.63797880709e-12
Las reactancias Son casi iguales podria Resonar!
Ganancia en Bobinas: 1.0
Ganancia en Reactancias : 1.0
vth: 2.11235955056
rth: 3872.65917603
Ib: 7.066297E-06
Ic: 2.473204E-03
Ie = Ic : 2.473204E-03
Vc: 2.96784469512
Ve: 1.38499419106
Vce: 7.64716111382
Zin: 3.872659E+03
Zou: 1.185771E+03
r'e: 10.5126794712
Av: 2.07843014477
Cin: -2.06447251697e-10
Cout: -6.74244868147e-10
Ce: -1.42767829224e-09
Gm: 0.0951232274078
AvC: 112.7943408
Ganancia del amplificador utilizado 114.147872889
GananciaTotal es: 114.147872889
Es valido el valor de RC para resonar? True
Av*Ai>1? True
```

Oscilador Clapp

Esta configuracion, no es mas que una mejora en la estabilidad de la frecuencia realizada al oscilador Colpitts, el cual consta de un condensador agregador en serie a la bobina del circuito tanto logrando mejorar el factor de merito de la bobina en cuestion, logrando asi tener un ancho de banda un poco mas estrecho.

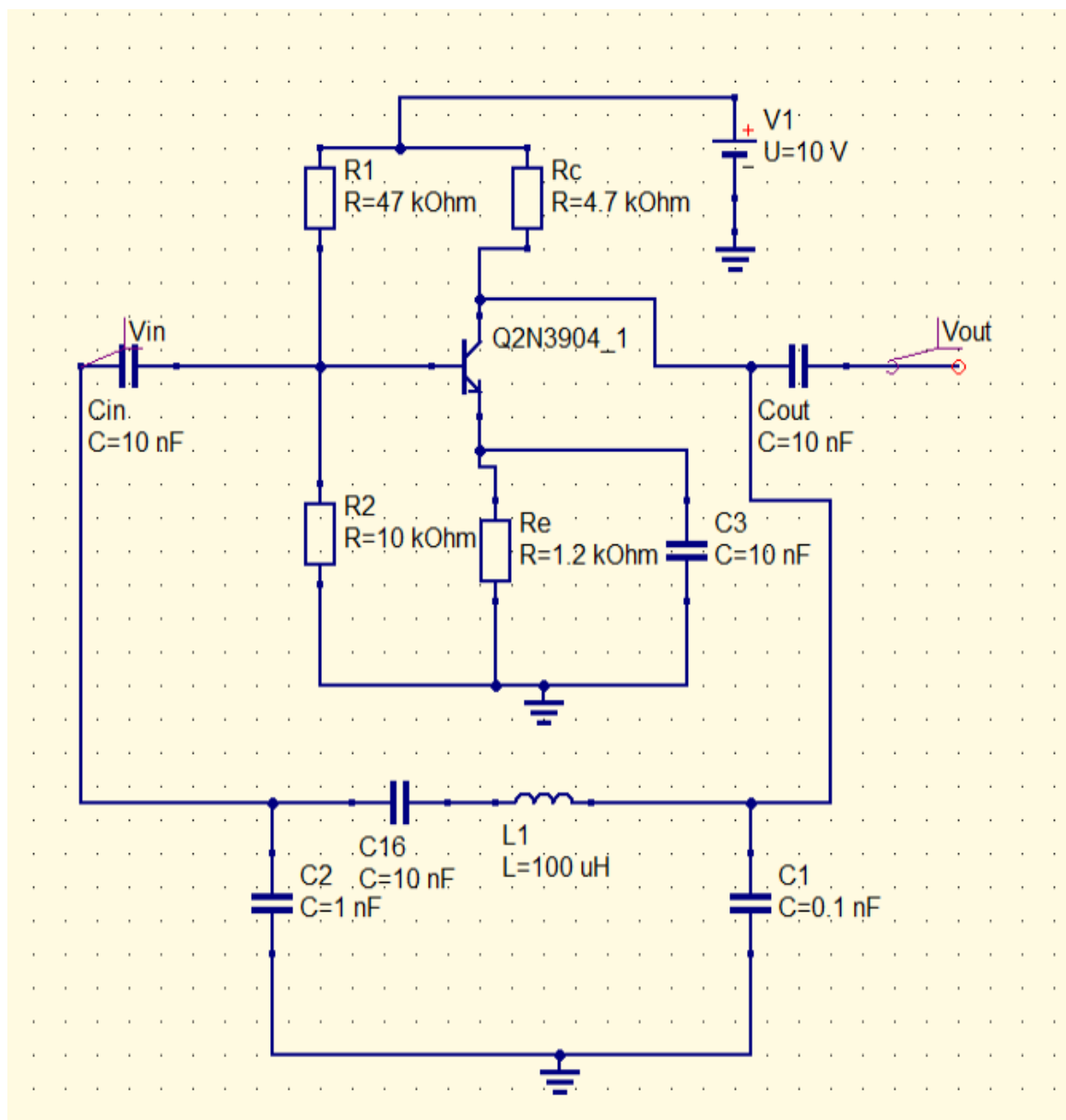


Fig7. Oscilador en configuracion Clapp

si iniciamos la simulacion, podremos obtener la siguiente salida.

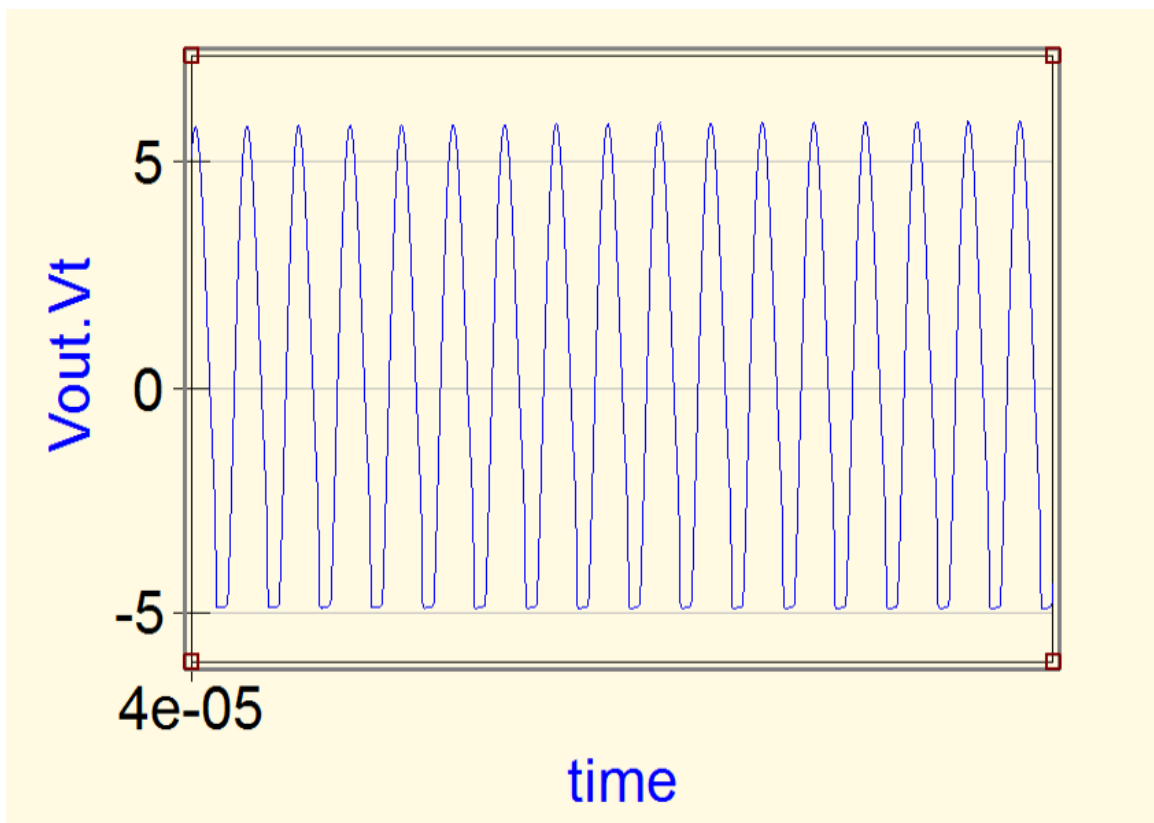


Fig8. Respuesta en el tiempo oscilador Clapp

la frecuencia de oscilacion, estara determinada por la siguiente formula.

$$f_o = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)}$$

para que el circuito oscile, se debe de cumplir la siguiente condicion de inicio, teniendo en cuenta el uso del transistor BJT.

$$hfe > \frac{C_1}{C_2}$$

Ejercicio de polarizacion para el circuito propuesto sobre la Figura 7.

Se ha realizado un script en python 2.7 el cual es capaz de solucionar y determinar si el circuito oscilaria correctamente.

```
## El siguiente script calcula los valores de condensadores y bobinas
## para el montaje de 1 circuito basados en el oscilador con transistor BJT
##

## Oscilador para el Colpits

import math
lClapp= 100e-6 # Expresado en Henrios
## Para el colpits, tenemos en cuenta el criterio
#hfe> c1/c2
c1Clapp = 0.1e-9 # Expresado en Faradios
c2Clapp = 1e-9 # Expresado en Faradios
c3Clapp = 10e-9# Expresado en Faradios
```

```

foClapp = (1/(2*math.pi))*(math.sqrt((1/lClapp)*((1/c1Clapp)+(1/c2
print "la frecOscCOlpist es:", foClapp

periodo = 1 / foClapp
print "El periodo de la onda seno es:", periodo

##Para que el circuito oscile correctamente, las reactancias deben
## tanto para el serie de los condensadores como para la bobina uti
#reactancia inductiva
Xl = 2*math.pi*foClapp*lClapp
print "Reactancia Inductiva: ", Xl, "Ohm"

#Reactancia capacitiva
##Calculamos la reactancia para cada condensador
## El condensador mas pequeno, en este caso C1, tendra una reactanc
## Ej. C1 = 4.7nF C2 = 33nF,
## al tener C1 la capacitancia menor, indica que la Reactancia de e
Xc1 = 1/(2*math.pi*foClapp*c1Clapp)
print "Reactancia Capacitiva para c1: ", Xc1, "Ohm"
Xc2 = 1/(2*math.pi*foClapp*c2Clapp)
print "Reactancia Capacitiva para c2: ", Xc2, "Ohm"
Xc3 = 1/(2*math.pi*foClapp*c3Clapp)
print "Reactancia Capacitiva para c3: ", Xc3, "Ohm"

Xc = Xc1 + Xc2 + Xc3

print "Reactancia Capacitiva Total: ", Xc, "Ohm"

AXc2Xc1 = Xc2/Xc1
print "Ganancia en Condensadores por Reactancia", AXc2Xc1

difReactancias = abs(Xl-Xc)
print "Diferencia entre reactancias", difReactancias
if difReactancias < 0.0001:
    print "Las reactancias Son casi iguales podria Resonar!"
else:
    print "Las reactancias No son iguales"

# Calculo de los valores para el diseno del transistor para el colp

```

```
beta=Ac1SobreC2 = c1Clapp/c2Clapp
print "Ganancia en condensadores:",Ac1SobreC2
print "Ganancia por Reactancias en condensador :",AXc2Xc1

##Para el diseno del circuito.
#en Volts
Vcc = 10.0

## r1 y r2 son las resistencias del divisor de voltage en la entrada
## para este ejemplo usaremos 10k
r1 = 47e3
r2 = 10e3

# en ohm
# Resistencia de emisor
re = 1.2e3
# Resistencia del colector
rc = 4.7e3

## hayamos voltage thevenin
Vb = vth = ((r2*Vcc)/(r1+r2))
print "vth:" , vth

rth = (r1*r2)/(r1+r2)
print "rth:", rth

## Se calcula el voltaje de Emisor
Ve = Vb - 0.7
print "Ve:", Ve

## para hayar corrientes decimos Ie=Ic aproximadamente...
iE = Ve/re
print "Ie = Ic :", iE

rPrimaE = 26e-3/iE
print "r'e: ", rPrimaE
```

```

gm = iE / 26e-3
print "Gm:", gm

## Ganancia de Voltage del Amplificador
Av = gm * rc
print "Ganancia del amplificador utilizado", Av

##Condiciones de arranque para la oscilacion
## Se debe de proponer un valor de RC para que el circuito resuene.
# Debe de ser Rc * Gm * hfe > 1
# donde Rc = Resistencia de Colector, Gm ganancia por conductancia,

GananciaTotal = rc * gm * Ac1SobreC2
print "GananciaTotal es: ", GananciaTotal
print "Es valido el valor de RC para resonar?", GananciaTotal >= 1
#print "es hfe mayor a c1/c2?", beta > (Ac1SobreC2)
print "Av*Ai>1?", gm*Av > 1

```

si ejecutamos el anterior script, obtendremos la siguiente respuesta transitoria.

```

heberth@tux13z940[TallerOsciladores]:$ python CalculoOsciladorCLapp
Serie de condensadores para colpits 9.00900900901e-11
la frecOscColpist es: 1676801.37347
El periodo de la onda seno es: 5.9637355731e-07
Reactancia Inductiva: 1053.56537529 Ohm
Reactancia Capacitiva para c1: 949.157995752 Ohm
Reactancia Capacitiva para c2: 94.9157995752 Ohm
Reactancia Capacitiva para c3: 9.49157995752 Ohm
Reactancia Capacitiva Total: 1053.56537529 Ohm
Ganancia en Condensadores por Reactancia 0.1
Diferencia entre reactancias 4.54747350886e-13
Las reactancias Son casi iguales podria Resonar!
Ganancia en condensadores: 0.1
Ganancia por Reactancias en condensador : 0.1
vth: 1.75438596491
rth: 8245.61403509
Ve: 1.05438596491
Ie = Ic : 0.00087865497076

```



```
Ganancia del amplificador utilizado 158.833783176  
GananciaTotal es: 15.8833783176  
Es valido el valor de RC para resonar? True  
Av*Ai>1? True
```

si se desea descargar los codigos fuentes utilizados sobre esta publicacion, se pueden acceder medianta la siguiente URL.

<https://github.com/UavLabsColombia/OsciladoresLC>

Subscribe to UAVLabs

Get the latest posts delivered right to your inbox



Heberth Alexander Ardila Cuellar

SysAdmin, amante a las tecnologías Copyleft basadas en Open Hardware/Software

[Read More](#)

Transmisión de señales en Modulación por Amplitud (AM)

El siguiente contenido fue recolectado durante una clase de Sistemas de comunicaciones en la carrera de Tecnología en Electronica en la Universidad del Valle La transmision de señales mediante la Modulación por Amplitud,



9 MIN READ

UAVLabs © 2018

[Latest Posts](#) [Facebook](#) [Ghost](#)