



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática**

**AMPLIFICADORES CON TRANSISTORES.**

**ESTUDIO Y DIMENSIONADO**

**Autor:**

**Lubiano García, Adrián**

**Tutor:**

**Buey Cuesta, Jose Julio  
Departamento de Tecnología  
Electrónica**

**Valladolid, Junio 2017.**



# RESUMEN

Este trabajo es un estudio de las distintas configuraciones de los amplificadores con transistores vistos en la asignatura de Electrónica Analógica del tercer curso del Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid.

En este trabajo se mostrarán los pasos seguidos en la creación de una aplicación con Visual Basic para la realización de los ejercicios de las distintas configuraciones, así como una breve explicación de cada una de esas configuraciones.

# PALABRAS CLAVE

Excel, transistores, amplificadores, aplicación, analógica.



# CONTENIDO

INTRODUCCION .....	1
JUSTIFICACION.....	3
OBJETIVOS .....	5
CAPITULO 1: ESTUDIO DE LOS AMPLIFICADORES .....	7
1.1 AMPLIFICADORES DE UNA ETAPA .....	7
1.1.1 TRANSISTORES BIPOLARES BJT.....	9
1.1.2 TRANSISTORES UNIPOLARES FET.....	18
1.2 AMPLIFICADORES DE VARIAS ETAPAS .....	22
1.2.1 EMISOR COMÚN - EMISOR COMÚN .....	24
1.2.2 EMISOR COMÚN - COLECTOR COMÚN.....	25
1.2.3 COLECTOR COMÚN - EMISOR COMÚN.....	26
1.2.4 SURTIDOS COMÚN - EMISOR COMUN .....	28
1.2.5 EMISOR COMUN - DRENADOR COMUN .....	29
1.2.6 CONFIGURACION DARLINGTON.....	31
1.2.7 AMPLIFICADOR DIFERENCIAL.....	32
CAPÍTULO 2: DESCRIPCION DEL SOFTWARE.....	35
2.1 EXCEL .....	35
2.1.1 HISTORIA DE EXCEL. ....	35
2.1.2 VISUAL BASIC.....	37
2.2 PROFICAD.....	39
CAPITULO 3: PROGRAMACION DE LA APLICACION .....	41
3.1 FORMULARIOS DE LA APLICACION .....	41
3.1.1 FORMULARIO EMISOR COMUN .....	42
3.1.2 FORMULARIO COLECTOR COMUN.....	45
3.1.3 FORMULARIO TEORIA BJT .....	45
3.1.4 FORMULARIO SURTIDOS COMÚN .....	46
3.1.5 FORMULARIO DRENADOR COMÚN .....	47
3.1.6 FORMULARIO TEORÍA FET.....	47
3.1.7 FORMULARIO EMISOR COMUN-EMISOR COMUN .....	48
3.1.8 FORMULARIO EMISOR COMUN-COLECTOR COMUN.....	49

3.1.9 FORMULARIO COLECTOR COMUN-EMISOR COMUN.....	49
3.1.10 FORMULARIO SURTIDOR COMUN-EMISOR COMUN.....	50
3.1.11 FORMULARIO EMISOR COMUN DRENADOR COMUN.....	50
3.1.12 FORMULARIO TEORIA VARIAS ETAPAS.....	51
3.1.13 FORMULARIO CONFIGURACION DARLINGTON.....	51
3.1.14 FORMULARIO TEORIA DARLINGTON.....	52
3.1.15 FORMULARIO AMPLIFICADOR DIFERENCIAL.....	53
3.1.16 FORMULARIO TEORIA AMP. DIFERENCIAL.....	54
3.1.17 FORMULARIO PUNTO Q.....	55
3.1.18 FORMULARIO AVISO RE.....	57
3.1.19 FORMULARIO INSTRUCCIONES.....	58
3.2 MODULOS DE LA APLICACIÓN.....	59
3.2.1 Estructura General.....	60
3.2.2 MÓDULO EMISOR COMÚN.....	63
3.2.3 MODULO COLECTOR COMUN.....	65
3.2.3 MÓDULO SURTIDOR COMÚN Y MODULO DRENADOR COMUN.....	65
3.2.4 MODULO EC-EC, MODULO EC-CC Y MODULO CC-EC.....	66
3.2.4 MODULO SC-EC, MODULO EC-DC.....	66
3.2.5 MODULO DARLINGTON.....	67
3.2.6 MODULO DIFERENCIAL.....	67
3.2.6 MODULO INSTRUCCIONES.....	68
CAPITULO 4: FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA.....	69
4.1 ARRANCAR LA APLICACIÓN.....	69
4.2 PECULIARIDADES.....	73
4.3 EJEMPLOS DE USO.....	77
4.3.1 Problema Emisor Común.....	77
4.3.2 Problemas Amplificadores Varias Etapas.....	80
CAPÍTULO 5: CONCLUSION.....	85
5.1 MEJORAS.....	85
RECURSOS WEB.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	89
ANEXOS.....	91

# INDICE ILUSTRACIONES

Imagen 1 Amplificador de una etapa genérico .....	7
Imagen 2 Esquema de un cuadripolo.....	8
Imagen 3 Esquema modelo hibrido cuadripolo .....	8
Imagen 4 esquema modelo híbrido simplificado .....	9
Imagen 5 esquema modelo hibrido exacto.....	9
Imagen 6 Calculo del punto de trabajo del transistor. ....	11
Imagen 7 Esquema Emisor Común en Teoría.....	12
Imagen 8 Esquema circuito polarización en continua .....	12
Imagen 9 Circuito EC equivalente de alterna.....	13
Imagen 10 Amplificador Emisor Común modelo híbrido simplificado (circuito equivalente).....	13
Imagen 11 Esquema Emisor Común usado en la aplicación .....	14
Imagen 12 Teorema de Miller .....	15
Imagen 13 Esquema Emisor común usado en la aplicación en alterna.....	15
Imagen 14 Esquema Colector Común en teoría.....	16
Imagen 15 Circuito CC equivalente en alterna .....	16
Imagen 16 Esquema modelo híbrido simplificado Colector Común .....	17
Imagen 17 Esquema Colector Común usado en la aplicación .....	17
Imagen 18 Esquema Colector Común usado en la aplicación en alterna.....	18
Imagen 19 Amplificador Genérico con transistores FET .....	18
Imagen 20 Amplificador con transistor FET Circuito equivalente en alterna ..	19
Imagen 21 Esquema Surtidor Común .....	19
Imagen 22 Circuito equivalente entre Surtidor y neutro .....	19
Imagen 23 Esquema Surtidor Común utilizado en la aplicación en alterna ...	20
Imagen 24 Esquema Drenador Común.....	20
Imagen 25 Circuito equivalente entre surtidor y neutro .....	21
Imagen 26 Esquema Drenador Común utilizado en la aplicación, en alterna	21
Imagen 27 Conexión en cascada de varios amplificadores .....	22
Imagen 28 Acoplamiento RC entre etapas .....	22
Imagen 29 Margen dinámico de dos amplificadores.....	23
Imagen 30 Esquema Emisor Común - Emisor Común de la aplicación .....	24
Imagen 31 Esquema EC-EC en alterna .....	24
Imagen 32 Esquema Emisor Común - Colector Común de la aplicación.....	25
Imagen 33 Esquema EC-CC en alterna .....	26
Imagen 34 Esquema Colector Común - Emisor Común de la aplicación.....	27
Imagen 35 Esquema CC-EC en alterna .....	27
Imagen 36 Esquema Surtidor Común - Emisor Común de la aplicación .....	28
Imagen 37 Esquema SC-EC en alterna .....	28

Imagen 38 Esquema Emisor Común - Drenador Común de la aplicación.....	29
Imagen 39 Esquema EC-DC en alterna .....	30
Imagen 40 Esquema Configuración Darlington .....	31
Imagen 41 Esquema Amplificador Diferencial .....	32
Imagen 42 Configuración básica Amplificador Diferencial .....	32
Imagen 43 Amplificador Diferencial usado en la aplicación .....	34
Imagen 44 Opciones Excel .....	37
Imagen 45 Visualización excel ficha programador.....	38
Imagen 46 Dibujo Transistor Fet PROFICAD .....	39
Imagen 47 Entorno de PROFICAD durante la realización de un esquema .....	40
Imagen 48 Formularios de la aplicación .....	41
Imagen 49 Formulario Emisor Común.....	42
Imagen 50 Formulario Colector común.....	45
Imagen 51 Formulario Teoría Transistor BJT Página 1 .....	45
Imagen 52 Formulario Teoría Transistor BJT Página 2 .....	46
Imagen 53 Formulario Surtidor Común.....	46
Imagen 54 Formulario Drenador Común .....	47
Imagen 55 Formulario Teoría Fet .....	47
Imagen 56 Formulario EC-EC .....	48
Imagen 57 Formulario EC-CC .....	49
Imagen 58 Formulario CC-EC .....	49
Imagen 59 Formulario SC-EC .....	50
Imagen 60 Formulario EC-DC.....	50
Imagen 61 Formulario Teoría Varias Etapas.....	51
Imagen 62 Formulario Darlington.....	51
Imagen 63 Formulario Teoría Darlington .....	52
Imagen 64 Formulario Amplificador Diferencial .....	53
Imagen 65 Formulario Teoria Amp. Diferencial .....	54
Imagen 66 Formulario punto Q .....	55
Imagen 67 Ejemplo Codigo asociado al formulario PuntoQ .....	56
Imagen 68 Formulario AvisoRE.....	57
Imagen 69 Formulario Instrucciones.....	58
Imagen 70 Módulos de la aplicación.....	59
Imagen 71 Comprobación en el código de un paralelo entre resistencias .....	61
Imagen 72 Togglebutton (botón de activación) .....	62
Imagen 73 Estructura en código Procedimiento botón activación.....	62
Imagen 74 Comprobación si ha sido pulsado el botón activación.....	63
Imagen 75 Ejemplo del codigo de la resistencia emisor comun.....	64
Imagen 76 Programación de los OptionButton (boton de opcion) .....	67
Imagen 77 Inicio Programa con macros desactivadas .....	69
Imagen 78 Advertencia Seguridad Excel.....	70
Imagen 79 boton Office .....	70
Imagen 80 Opciones de Excel.....	71



Imagen 81 Centro confianza Excel .....	71
Imagen 82 Inicio del programa con Macros acrivadas .....	72
Imagen 83 Ejemplo 1 botón de activación .....	73
Imagen 84 Ejemplo botón activación RE .....	74
Imagen 85 Ejemplo 2 botón de activación .....	74
Imagen 86 Ejemplo Mensaje Advertencia 1 Emisor común .....	75
Imagen 87 Ejemplo Mensaje de advertencia 2 Emisor común .....	76
Imagen 88 Ejemplo 1 problema tipo Emisor Común .....	77
Imagen 89 calculo Punto Q del emisor común .....	78
Imagen 90 Introducción de RE del ejemplo 1 de problema tipo EC .....	78
Imagen 91 Ejemplo 2 de Emisor Comun con Resistencia de Miller .....	79
Imagen 92 Punto Q mensajes de aviso .....	80
Imagen 93 Ejemplo EC-CC .....	80
Imagen 94 punto Q1 del ejemplo EC-CC .....	81
Imagen 95 punto Q2 ejemplo EC-CC .....	81
Imagen 96 Ejemplo SC-EC .....	82
Imagen 97 Ejemplo botón teoría en amplificadores de varias etapas .....	82
Imagen 98 Ejemplo 1 Amplificador Diferencial .....	83
Imagen 99 Ejemplo 2 Amplificador Diferencial .....	84



# INTRODUCCION

El trabajo es una aplicación didáctica de amplificadores con transistores. A lo largo de este proyecto se explicarán las distintas configuraciones estudiadas y desarrolladas en la aplicación realizada.

De las distintas configuraciones de los amplificadores con transistores vistos en la asignatura de Electrónica Analógica, del tercer curso del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, se han estudiado y desarrollado en la aplicación las que hemos considerado más importantes y más utilizadas.

En el primer capítulo se hará un breve resumen teórico de los amplificadores utilizados en la aplicación y se contará como se calculan las características de dichos amplificadores, será de la forma en la cual se calculan en la aplicación.

En el capítulo dos se continuará con una descripción del software utilizado para desarrollar la aplicación con breves definiciones para comprender después los conceptos utilizados.

En el capítulo tres se abordará la programación de la aplicación, en este capítulo se describirá más detalladamente como se realizó el proyecto y se explicará lo suficiente el código para entenderlo.

En el capítulo cuatro se mostrará el funcionamiento del programa, se empezará el capítulo mostrando como arrancar la aplicación para después mostrar ejemplos de uso del programa.

Para finalizar en el capítulo cinco se recogen las conclusiones y posibles mejoras de la aplicación.

Al final habrá unos anexos con todo el código del programa.



# JUSTIFICACION

Debido a la cantidad de distintas configuraciones de los amplificadores con transistores vistas en la asignatura de Electrónica Analógica del tercer curso del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática se cree conveniente la realización de un estudio de las distintas configuraciones y la realización de una aplicación con la que podamos ver rápidamente las características de los amplificadores y sus variaciones con los distintos datos de entrada.



# OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo es conseguir desarrollar una aplicación en el programa Excel con la cual podamos estudiar las características de los amplificadores con transistores elegidos de una manera rápida, cómoda y sencilla.

Se espera que esta aplicación pueda ayudar a los alumnos al estudio y realización de los ejercicios que se ven en clase, de manera que les sea más fácil comprobar los resultados y poder comprender los ejercicios viendo como varían las características de los amplificadores ante los distintos parámetros de entrada sin la necesidad de realizar dicho ejercicio, simplemente introduciendo los parámetros de entrada en la aplicación, también se espera que ayude al profesor siéndole más sencillo con esto poner ejercicios nuevos ya que se pueden comprobar inmediatamente los resultados.

A nivel personal los objetivos son:

- Afianzar y ampliar los conocimientos de la asignatura de Electrónica Analógica
- Obtener nuevos conocimientos de programación mediante la programación en Visual Basic
- Mejorar la capacidad de análisis, resolución y desarrollo de diferentes problemas que se presentan a la hora de realizar una aplicación.





# CAPITULO 1: ESTUDIO DE LOS AMPLIFICADORES

Para la realización de este trabajo se han estudiado los amplificadores con transistores con sus respectivas configuraciones, hacer un estudio detallado de ellos se excedería de este trabajo ya que no es su objetivo, así que se hará un breve resumen con la información más importante que permita el entendimiento de este proyecto y solo nos centraremos en los que después utilizamos en la aplicación, los cálculos en este capítulo explicados serán los que se usen en la aplicación.

Estos amplificadores son circuitos con transistores que magnifican una señal (voltaje e Intensidad) suministrando una potencia mayor a la absorbida.

En este trabajo su estudio ha sido a frecuencias medias que es cuando la ganancia es constante

Para su breve explicación los dividiremos tal y como está en la aplicación:

## 1.1 AMPLIFICADORES DE UNA ETAPA

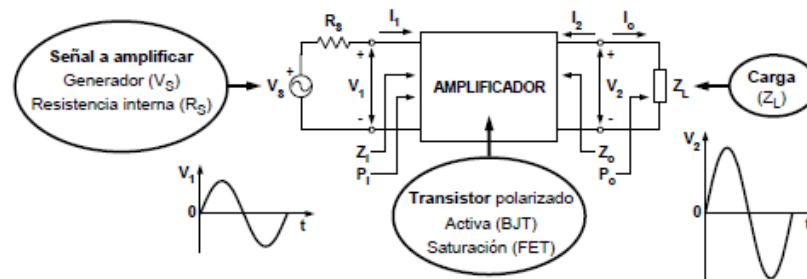


Imagen 1 Amplificador de una etapa genérico

Como se ve en la imagen 1 en un amplificador tenemos la señal a amplificar  $V_s$  con su resistencia interna  $R_s$ , los transistores del amplificador dependiendo su polarización pueden ser en Activa BJT o en Saturación FET.

En esta trabajo se ha utilizado ambos transistores, los bipolares (BJT) y los unipolares(FET).

A continuación mostramos las ganancias que son el cociente entre la magnitud a amplificar ( ya sea voltaje, intensidad, o potencia) en la salida y su valor en la entrada.

## GANANCIAS

- Ganancia de Tensión  $A_V = \frac{V_2}{V_1}$  (1)

$$A_{V_s} = \frac{V_2}{V_s} \quad (2)$$

- Ganancia de Intensidad  $A_I = \frac{-I_2}{I_1} = \frac{I_o}{I_1}$  (3)

- Ganancia de Potencia  $G_P = \frac{P_o}{P_i}$  (4)

## IMPEDANCIAS

- Impedancia de entrada  $Z_I = \frac{V_1}{I_1}$  (5)

- Impedancia de Salida  $Z_O = \frac{V_2}{I_2}$  (6)

Dentro del amplificador definimos lo que es un cuadripolo.

Un cuadripolo es un circuito de cuatro terminales definido por las corrientes  $i_1$  e  $i_2$  y las tensiones  $V_1$  y  $V_2$

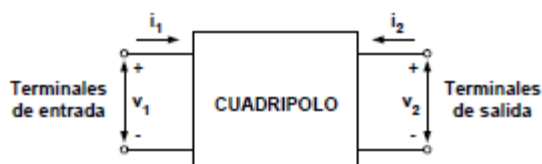


Imagen 2 Esquema de un cuadripolo

Este sería el modelo híbrido de un cuadripolo:

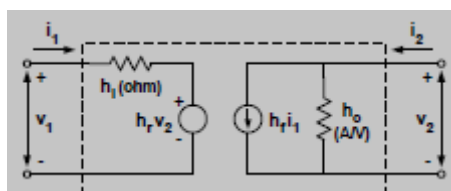


Imagen 3 Esquema modelo híbrido cuadripolo

Donde  $h_i$ ,  $h_f$ ,  $h_o$  y  $h_r$  son los parámetros híbridos.

$h_i$ , es la resistencia de entrada con la salida en cortocircuito (ohm)

$h_r$ , es la ganancia inversa de tensión con la entrada en circuito abierto (sin dimensiones)

$h_f$ , es la ganancia directa de corriente con la salida en cortocircuito (sin dimensiones)

$h_o$ , es la admitancia de salida con la entrada en circuito abierto (A/V)

### 1.1.1 TRANSISTORES BIPOLARES BJT

Para analizar los transistores BJT tenemos dos formas, si la carga  $R_L$  es pequeña se pueden despreciar los parámetros  $h_o$  y  $h_r$  en este caso podremos utilizar un análisis aproximado del amplificador, que es mucho más rápido y simple su condición de uso es:

$$h_{oe} \times R_L \leq 0,1 \quad (7)$$

Este método aproximado tiene un Error  $\leq 10\%$  y puede emplearse en Emisor Común, colector común y en base común. Abajo se muestra su esquema.

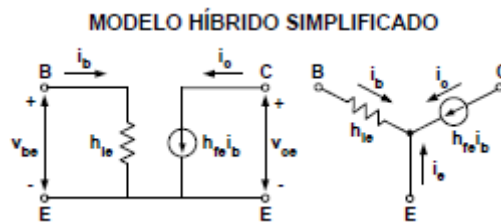


Imagen 4 esquema modelo híbrido simplificado

Para el cálculo del modelo híbrido simplificado las ecuaciones son distintas dependiendo su configuración (EC, CC o BC) por lo que luego se explicarán.

El otro método es el análisis mediante el modelo híbrido exacto.

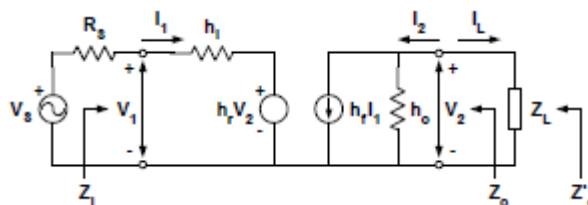


Imagen 5 esquema modelo híbrido exacto

Para el cálculo del modelo híbrido exacto se utilizan estas ecuaciones:

**Ganancia de Tensión** 
$$A_V = \frac{V_2}{V_1} = A_I \frac{Z_L}{Z_i} \quad (8)$$

**Ganancia de Intensidad** 
$$A_I = \frac{-I_2}{I_1} = \frac{-h_{fe}}{1 + h_o Z_L} \quad (9)$$

**Impedancia de entrada** 
$$Z_i = \frac{V_1}{I_1} = h_i + h_r A_I Z_L \quad (10)$$

**Admitancia de salida** 
$$Y_o = \frac{1}{Z_o} = \frac{I_2}{V_2} = h_o - \frac{h_f h_r}{h_i + R_s} \quad (11)$$

**Impedancia de salida considerando la carga** 
$$Z_o = Z_L \parallel Z_o \quad (12)$$

**Ganancia de Tensión considerando  $R_s$**  
$$A_{V_s} = \frac{V_2}{V_s} = A_V \frac{Z_i}{Z_i + R_s} = A_I \frac{Z_L}{Z_i + R_s} \quad (13)$$

**Ganancia de Corriente considerando  $R_s$**  
$$A_{I_s} = \frac{-I_2}{I_s} = A_I \frac{R_s}{Z_i + R_s} = A_{V_s} \frac{R_s}{Z_L} \quad (14)$$

### Cálculo del Punto de trabajo del transistor BJT

Para el cálculo del punto de trabajo del transistor se trabaja en continua, donde los condensadores tendrán una impedancia infinita por lo que será como si el circuito estuviera abierto.

Primera se calcula la tensión de Thevenin:

$$V_{TH} = V_{CC} \times \frac{R_2}{R_2 + R_1} \quad (15)$$

Después se calcula la resistencia de Thevenin:

$$R_{TH} = R_1 \parallel R_2$$

Con esto sacamos el punto de trabajo: **punto Q**:

$$I_{CQ} \approx \frac{(V_{TH} - V_{BE})\beta}{R_{TH} + \beta R_E} \quad (16)$$

$$V_{CEQ} \approx V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) \quad (17)$$

Donde  $V_{BE}$  es la tensión base emisor y para toda la aplicación tomaremos 0,7 V

y  $\beta$  para la aplicación se tomará que es igual a  $h_{fe}$ .

La ecuación 25 será la recta de carga del transistor en continua. Haciendo cero  $V_{CEQ}$  y  $I_{CQ}$  se obtendrán los puntos de corte con el eje x y eje y como se aprecia en la siguiente imagen.

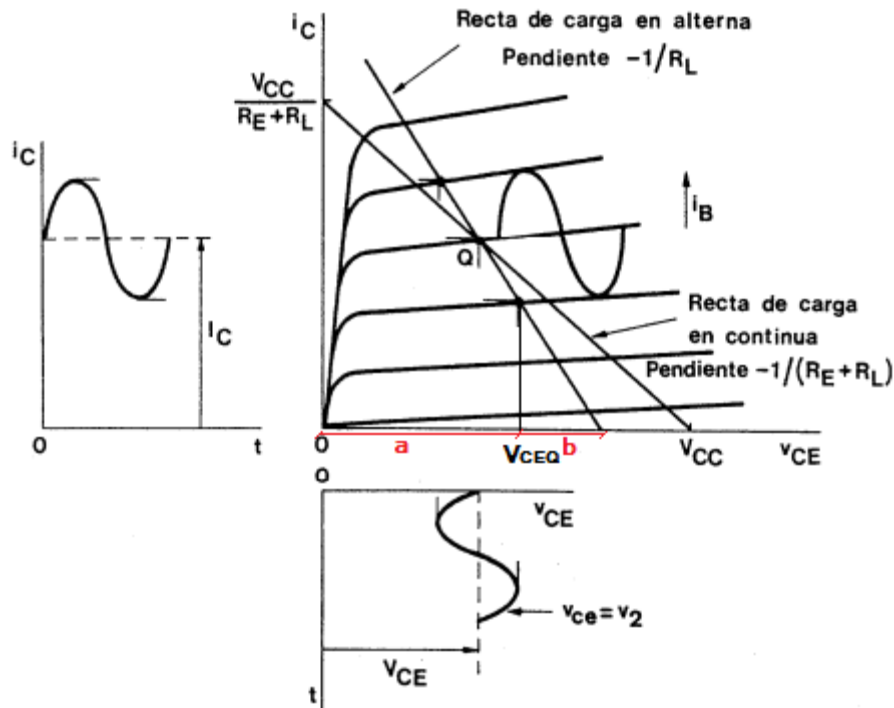


Imagen 6 Cálculo del punto de trabajo del transistor.

Una vez que tenemos la recta de carga en continua, para calcular la recta de carga en alterna sabemos que su pendiente es:

$$\text{pendiente recta carga alterna: } -\frac{1}{R_{LT}} \quad (18)$$

$R_{LT}$  es la carga del Transistor.

Sabiendo su pendiente y que pasa por el punto de trabajo calculado, tendremos su recta de carga.

### Cálculo del margen dinámico

Para calcular el margen dinámico, es decir la máxima señal de entrada en el transistor sin que haya distorsión, se tendrá que coger el tramo que sea mas pequeño de la imagen 6 (es decir a o b), con ello tendremos la máxima señal de salida, para calcular la máxima señal de entrada, es decir el margen dinámico, tendremos que dividir la máxima señal de salida entre la ganancia de tensión del amplificador.

### 1.1.1.1 EMISOR COMÚN

La configuración en emisor común es la más utilizada de entre las tres (BC y CC) Tiene unas ganancias de voltaje ( $A_V$ ) e intensidad ( $A_I$ ) mayores que uno, su resistencia de entrada( $R_i$ ) y de salida ( $R_o$ ) dependen poco de la resistencia de la carga( $R_L$ ) y de la resistencia interna del generador( $R_s$ ).

Partiendo del circuito del emisor común:

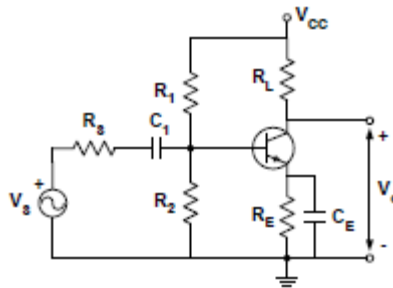


Imagen 7 Esquema Emisor Común en Teoría

Vemos que tenemos condensadores de acoplo (C1) y de desacoplo (C2), en continua donde la frecuencia es 0, los condensadores tendrán una impedancia infinita por lo que el circuito queda abierto, como se ve en la siguiente imagen:

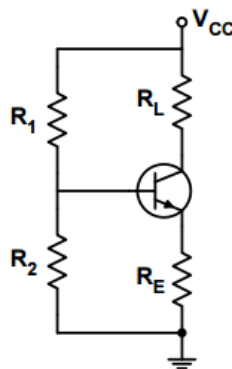


Imagen 8 Esquema circuito polarización en continua

Por lo que su estudio será en alterna donde el circuito quedará:

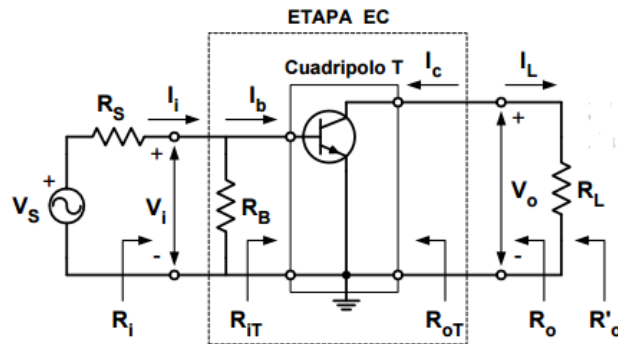


Imagen 9 Circuito EC equivalente de alterna

Para analizar las características del emisor común podemos hacerlo si se cumple la condición vista en la fórmula (7) por el modelo híbrido simplificado y si no se cumple lo haremos por el modelo exacto,

Vamos a analizar esta configuración usando el modelo híbrido simplificado:

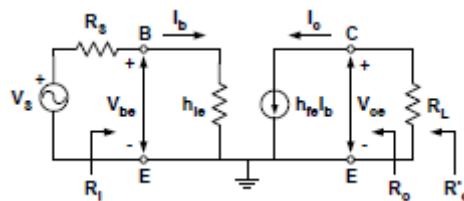


Imagen 10 Amplificador Emisor Común modelo híbrido simplificado (circuito equivalente)

Estas son las ecuaciones utilizadas en el modelo híbrido simplificado para el cálculo de las características del cuadripolo:

Ganancia de Corriente 
$$A_I = \frac{-I_c}{I_b} = \frac{-h_{fe}I_b}{I_b} = -h_{fe} \quad (19)$$

Ganancia de Tensión 
$$A_V = \frac{V_{ce}}{V_{be}} = \frac{-I_c R_L}{I_b h_{fe}} = \frac{-h_{fe} R_L}{R_i} \quad (20)$$

Resistencia de entrada 
$$R_i = h_{ie} + (1 + h_{fe}) \times R_E \quad (21)$$

Resistencia de salida 
$$R_o = \frac{V_{ce}}{I_c} = \infty \quad (22)$$

Para el análisis del cuadripolo por el modelo exacto, si nuestro amplificador no tiene resistencia de emisor  $R_E$  usaremos las ecuaciones vistas antes en el modelo híbrido exacto del amplificador BJT, si tiene la resistencia de emisor, entonces cambian y las ecuaciones serán las siguientes:

**Ganancia de Tensión** 
$$A_V = A_I \frac{R_L}{R_I} \quad (23)$$

**Ganancia de Intensidad** 
$$A_I = \frac{(h_{oe}R_E - h_{fe})}{1 + h_{oe}(R_L + R_E)} \quad (24)$$

**Resistencia de entrada** 
$$R_i = (1 - A_I)R_E + h_{ie} + h_{re}A_I\left(R_L + \frac{A_I - 1}{A_I}R_E\right) \quad (25)$$

**Resistencia de salida** 
$$R_o = \frac{(1 + h_{fe})R_E + (R_{ST} + h_{ie})(1 + h_{oe}R_E)}{h_{oe}R_E R_S h_{ie} - \frac{h_{re}h_{fe}}{h_{oe}}} \quad (26)$$

En esta aplicación didáctica el esquema que hemos elegido para el emisor común es más completo de los que hemos mostrado, el esquema quedaría así:

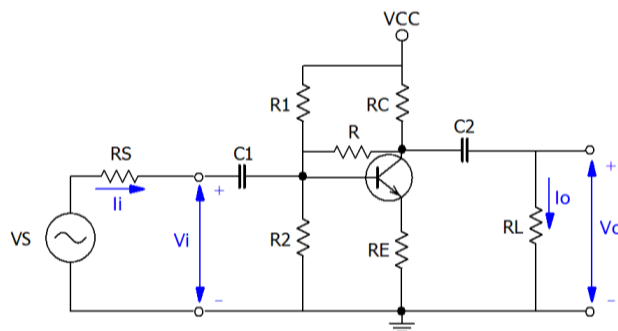


Imagen 11 Esquema Emisor Común usado en la aplicación

Como vemos este esquema tiene una resistencia  $R_C$  y una resistencia  $R$  a mayores, a continuación se mostrará cómo cambia esto con lo explicado anteriormente.

Para resolver el problema de la resistencia  $R$ , usamos el teorema de Miller.



## Teorema de Miller

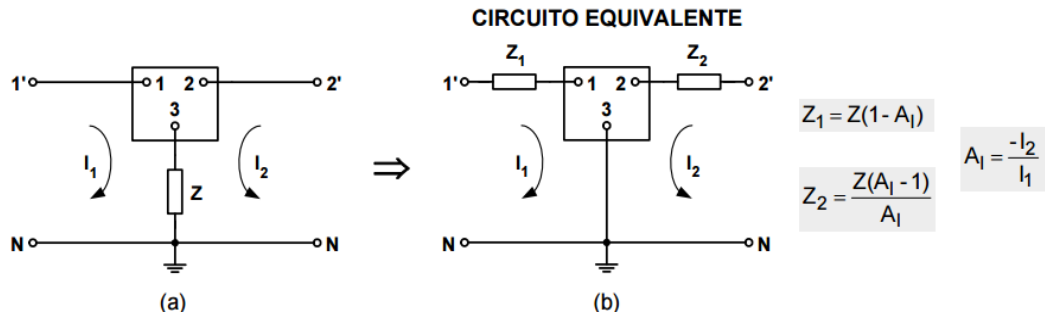


Imagen 12 Teorema de Miller

Como vemos en la Imagen 11 la resistencia R se puede descomponer en otras dos resistencias y calcularlas como aparece en la imagen. A esas resistencias las llamaremos RM1 y RM2 (Resistencia de Miller 1 o 2)

Una vez visto esto mostraremos como quedaría el esquema en alterna:

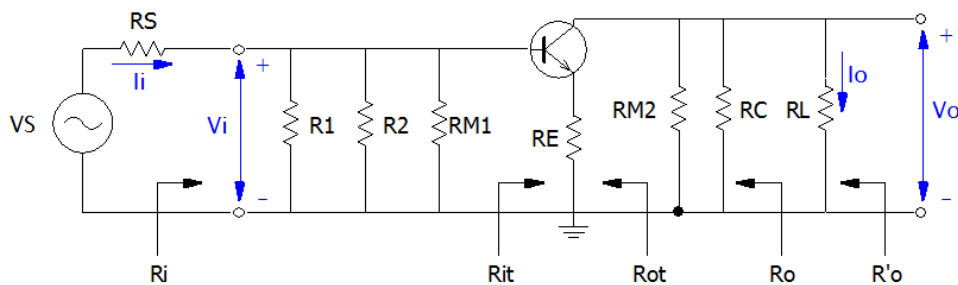


Imagen 13 Esquema Emisor común usado en la aplicación en alterna

Una vez calculado con las ecuaciones vistas antes Rit y Rot (Resistencia de entrada y de salida del cuadripolo) para calcular Ri (Resistencia entrada de la etapa entera) es hacer el paralelo de Rit con R1 R2 y RM1 y para calcular Ro (Resistencia de salida de la etapa entera) es el paralelo de RM2 con RC y Rot. Para sacar R'o (Resistencia de salida considerando la carga) hacemos el paralelo de RL con Ro.

La ganancia de tensión será la misma la del cuadripolo que la de la etapa entera. La ganancia de corriente se calculará con:

$$A_I = A_V \times \frac{R_I}{R_L} \quad (27)$$

Esta es la forma en la que se calculará en la aplicación.

### 1.1.1.2 COLECTOR COMÚN

En el colector común la ganancias de voltaje ( $A_V$ ) es aproximadamente uno. Y la ganancia de intensidad ( $A_I$ ) es mayor que la unidad. La característica más importante de esta configuración es que ofrece una "alta impedancia" de entrada y una baja impedancia de salida.

Partiendo del circuito del colector común:

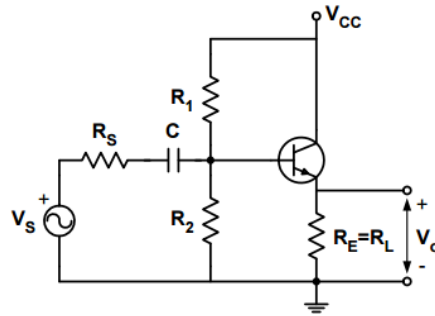


Imagen 14 Esquema Colector Común en teoría.

Como vemos en la Imagen 14 en colector común tenemos un condensador de acoplo (C).

El estudio del colector común en alterna quedará:

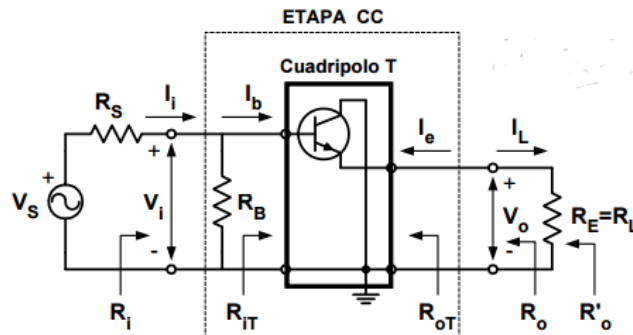


Imagen 15 Circuito CC equivalente en alterna

Al igual que ocurría con el emisor común podemos estudiarlo utilizando el modelo simplificado o el modelo exacto. Dependiendo si se cumple o no la condición vista en la ecuación (7)

Primero veremos el estudio del modelo híbrido simplificado.

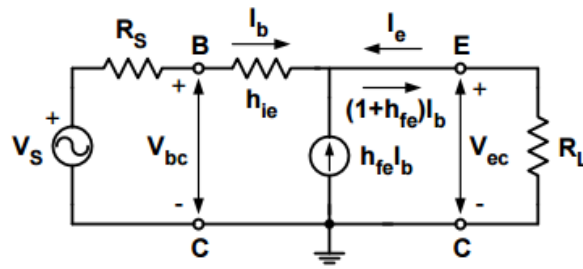


Imagen 16 Esquema modelo híbrido simplificado Colector Común

Para el cálculo del cuadripolo tenemos las siguientes ecuaciones

Ganancia de Corriente  $A_I = 1 + h_{fe}$  (28)

Ganancia de Tensión  $A_V = 1 - \frac{h_{ie}}{R_i}$  (29)

Resistencia de entrada  $R_I = h_{ie} + (1 + h_{fe})R_E$  (30)

Resistencia de salida  $R_O = \frac{R_{ST}h_{ie}}{1 + h_{fe}}$  (31)

Para el cálculo del cuadripolo por el método exacto utilizaremos las ecuaciones vistas en el modelo híbrido exacto del amplificador BJT.

Al igual que en el emisor común el esquema escogido para la aplicación es más completo y quedaría de la siguiente manera:

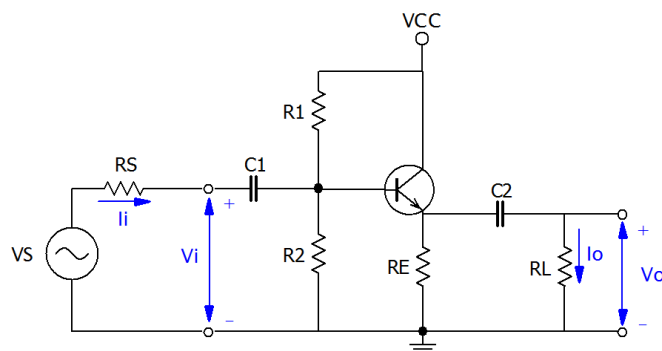


Imagen 17 Esquema Colector Común usado en la aplicación

Como vemos en la Imagen 17 la diferencia es que aquí tenemos  $R_E$  y  $R_L$  diferenciadas, esto repercutirá de la siguiente manera:

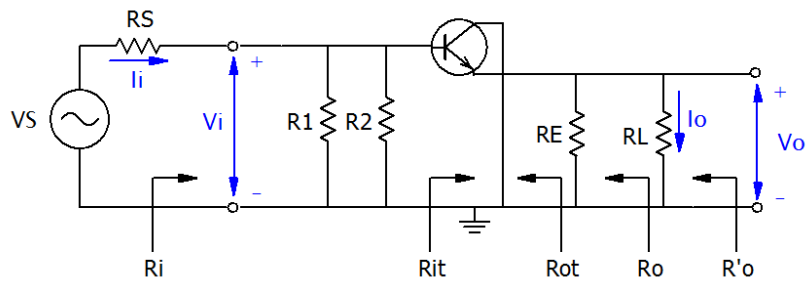


Imagen 18 Esquema Colector Común usado en la aplicación en alterna

Una vez calculadas las características del cuadripolo: resistencia de entrada ( $R_{it}$ ) y resistencia de salida ( $R_{ot}$ ), Calcularemos las del amplificador, la resistencia de entrada ( $R_i$ ) será el paralelo de  $R_1$  con  $R_2$  y con  $R_{it}$ . La resistencia de salida ( $R_o$ ) será el paralelo de  $R_E$  con  $R_{ot}$ . Para el cálculo de  $R'o$  (Resistencia de salida considerando la carga) haremos el paralelo de  $R_L$  con  $R_o$ .

La ganancia de tensión será la misma la del cuadripolo que la de la etapa entera. La ganancia de corriente se calcula con la ecuación (27).

### 1.1.2 TRANSISTORES UNIPOLARES FET

Los transistores BJT tienen una alta impedancia de entrada superior a los amplificadores con BJT. Tenemos dos configuraciones distintas con estos transistores.

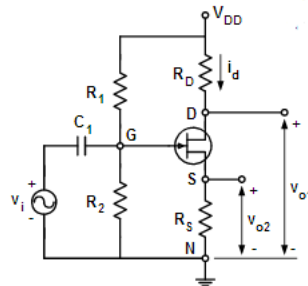


Imagen 19 Amplificador Genérico con transistores FET

Una de las configuraciones es en surtidor común que es cuando la salida es  $V_{o1}$ , la otra configuración es en drenador común que es cuando la salida es  $V_{o2}$  y  $R_D$  es 0.

Como vemos en la imagen 19, hay un condensador de acoplamiento ( $C_1$ ).

A continuación mostramos el circuito equivalente en alterna:

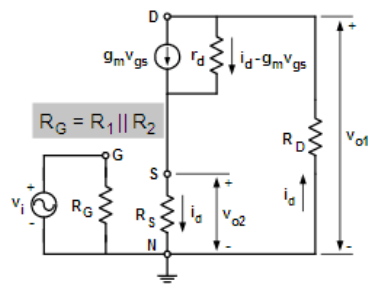


Imagen 20 Amplificador con transistor FET Circuito equivalente en alterna

Donde tenemos que:

$$i_d = \frac{\mu V_i}{r_d + R_D + R_S(\mu + 1)} \quad (32)$$

### 1.1.2.1 SURTIDOR COMÚN

El circuito en surtidor sería como se muestra a continuación:

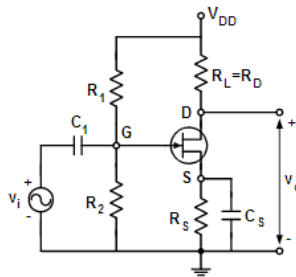


Imagen 21 Esquema Surtidor Común

Vemos que tenemos el condensador (C1) de acoplo y el condensador de desacoplo (Cs). Para calcular el surtidor común, partimos del circuito equivalente entre drenador y neutro :

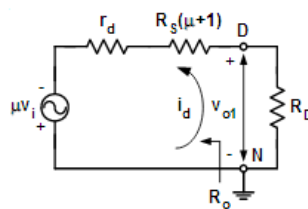


Imagen 22 Circuito equivalente entre Surtidor y neutro

Donde tenemos que la  $i_d$  es la calcula con la fórmula 32.

Para calcular las características de este amplificador hacemos:

**Ganancia de Tensión**

$$A_V = \frac{-r_u R_L}{r_d + R_L + R_s(r_u + 1)} \quad (33)$$

**Resistencia de Salida**

$$R_o = r_d + R_s(r_u + 1) \quad (34)$$

**Resistencia de entrada**

$$R_i = R_G \quad (35)$$

(RG es el paralelo R1 y R2)

En nuestra aplicación para realizar los cálculos nos basamos en el siguiente esquema del amplificador en alterna:

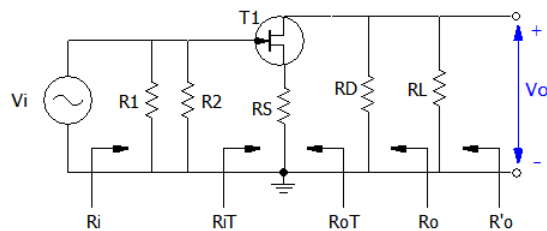


Imagen 23 Esquema Surtidor Común utilizado en la aplicación en alterna

Una vez que tenemos la ganancia de tensión, la resistencia de entrada y la resistencia de salida del cuadripolo, calculamos la resistencia de salida  $R_o$  que será igual al paralelo de  $R_{oT}$  (Resistencia de salida cuadripolo) y de  $R_D$ , para calcular la  $R'_o$  (Resistencia de salida considerando la carga) se hará el paralelo entre la carga  $R_L$  y la  $R_o$ .

### 1.1.2.2 DRENADOR COMÚN

El circuito del drenador será como se muestra a continuación:

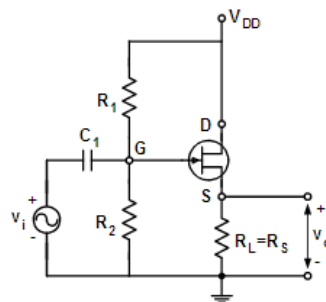


Imagen 24 Esquema Drenador Común

Ahora solo tenemos el condensador de acoplo (C1) como vemos en la imagen 24. Como vemos en la imagen 24 en el drenador común normalmente la RD es 0. Para calcular el drenador común hacemos el circuito equivalente entre surtidor y neutro:

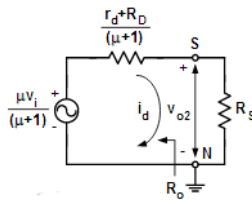


Imagen 25 Circuito equivalente entre surtidor y neutro

La  $i_d$  es la calculada con la formula 32, considerando  $R_D = 0$ .

Para calcular las características de este amplificador hacemos:

**Ganancia de Tensión** 
$$A_V = \frac{r_u R_L}{r_d + R_L(r_u + 1)} \quad (36)$$

**Resistencia de Salida** 
$$R_o = \frac{r_d}{r_u + 1} \quad (37)$$

**Resistencia de entrada** 
$$R_i = R_G \quad (38)$$
  
( $R_G$  es el paralelo  $R_1$  y  $R_2$ )

En la aplicación tenemos que el amplificador en alterna queda así:

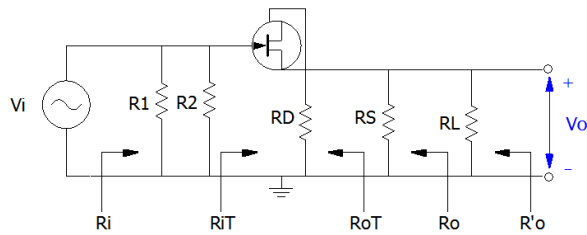


Imagen 26 Esquema Drenador Común utilizado en la aplicación, en alterna

# 1.2 AMPLIFICADORES DE VARIAS ETAPAS

Se estudiará la conexión más utilizada para amplificadores de varias etapas:

## CONEXION EN CASCADA

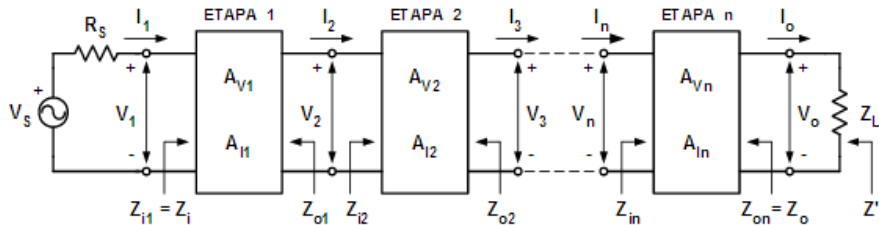


Imagen 27 Conexión en cascada de varios amplificadores

Hay influencias de una etapa sobre otra, la señal de salida de cada etapa se aplica como señal de entrada de la siguiente.

Las ganancias de tensión y corriente de cada etapa teniendo en cuenta las de las siguientes serán:

$$\text{Ganancia de Tensión} \quad A_V = A_{V1} A_{V2} \dots A_{Vn} \quad (39)$$

$$\text{Impedancia Entrada} \quad Z_I = Z_n \quad (42)$$

$$\text{Ganancia de corriente} \quad A_I = A_{I1} A_{I2} \dots A_{In} \quad (40)$$

$$\text{Impedancia de Salida} \quad Z_o = Z_{On} \quad (43)$$

$$\text{ó} \quad A_I = A_V \frac{Z_I}{Z_L} \quad (41)$$

$$Z'_o = Z_L || Z_o \quad (44)$$

Nosotros nos centraremos en los amplificadores de alterna, hay varios tipos de acoplamientos entre etapas, aquí nos centraremos en el acoplamiento RC

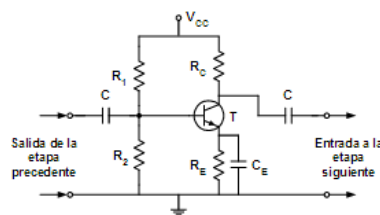


Imagen 28 Acoplamiento RC entre etapas

El acoplamiento entre etapas es mediante un condensador.

En nuestro programa los amplificadores de varias etapas constan de dos etapas.



### Elección de las configuraciones

Se elegirán entre las distintas configuraciones de amplificadores BJT y FET dependiendo de la impedancia de entrada, de la impedancia de salida, de la carga y de la máxima señal sin distorsión.

### Cálculo de las características de los amplificadores de varias etapas

Para el cálculo de este tipo de amplificadores, se analiza el amplificador en conjunto. Se empieza por el cálculo del transistor dos (transistor de salida) ya que su impedancia de entrada servirá para calcular la impedancia de la carga del transistor uno.

Para el cálculo de estos transistores se utilizarán las fórmulas vistas anteriormente.

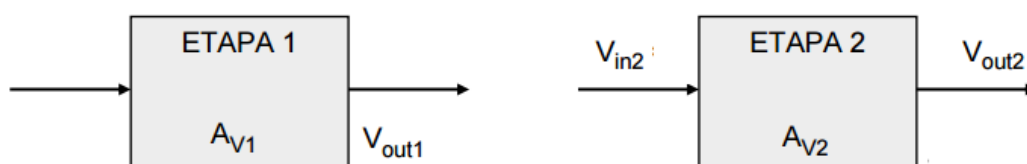
Para el cálculo del punto Q se hará de la misma manera explicada en los BJT, y para el cálculo del margen dinámico se procederá como se explica a continuación:

### Cálculo margen dinámico

Como se explico en los BJT de una etapa, calculamos el punto de trabajo de cada transistor y las rectas de carga en continua y alterna de cada transistor.

Una vez obtenido esto, como se explico calculamos la maxima señal de salida del transistor 2 ( $V_{out2}$ ) y la del transistor 1 ( $V_{out1}$ ).

Dividiendo  $V_{out2}$  entre la  $A_{v2}$  obtendremos  $V_{in2}$



*Imagen 29 Margen dinámico de dos amplificadores*

La imagen 29 ayuda a la comprensión, como necesitamos que la señal no distorsione, habrá que coger la señal mínima para que no distorsione en ninguno de los dos transistores, cogemos la señal mas pequeña  $V_{out1}$  o  $V_{in2}$ .

La señal que sea mas pequeña de las dos la multiplicamos por  $A_{v2}$  y obtendremos la nueva  $V_{out2}$  que al dividirla entre  $A_v$  total nos dará el margen dinámico, es decir la máxima señal de entrada de nuestro amplificador.

El cálculo del punto de trabajo (punto Q) y del margen dinámico solo se realizará en los transistores BJT, es decir en los amplificadores que no lleven FET

A continuación veremos las distintas configuraciones utilizadas en la aplicación:

### 1.2.1 EMISOR COMÚN - EMISOR COMÚN

Se emplea un Emisor común a la entrada debido a que su impedancia de entrada es de valor intermedio y un emisor común a la salida debido a que su impedancia de salida es de valor intermedio también.

El esquema utilizado en la aplicación es el siguiente:

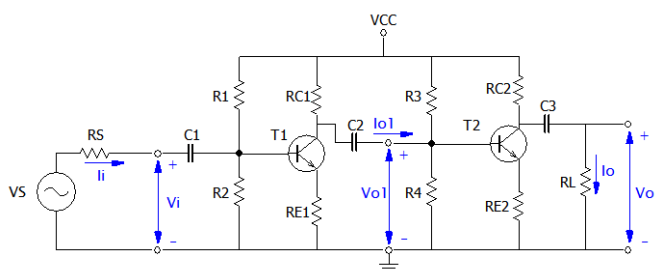


Imagen 30 Esquema Emisor Común - Emisor Común de la aplicación

Como vemos tiene condensadores de acoplo ( C1, C2 y C3).

Para el cálculo de sus características lo analizaremos en alterna:

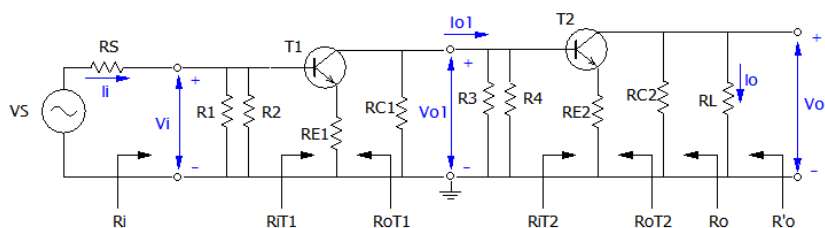


Imagen 31 Esquema EC-EC en alterna

Como se ha explicado antes, se calculará el amplificador en su conjunto. Para dicho cálculo se utilizará lo que se ha visto en el Emisor Común de una etapa, dependiendo de si se puede usar o no el método aproximado se utilizarán unas o otras ecuaciones.

Se empezará por el transistor dos, del transistor dos no se podrá calcular la resistencia de salida del cuadripolo  $R_{oT2}$  (si estamos en el método aproximado la  $R_{oT2}$  es infinito, pero en el método exacto no se podrá) ya que para ello es necesario calcular primero la resistencia de salida del cuadripolo uno. Esto es debido, como se ve en la fórmula 26 en el método exacto la

impedancia de salida del cuadripolo depende de  $R_s$  y la  $R_s$  del cuadripolo 2 ( $R_{s2}$ ) se calcula con la resistencia de salida del transistor uno.

En el cálculo del transistor 1 tenemos que la resistencia de la carga será el paralelo de la resistencia de entrada del transistor 2 ( $R_{iT2}$ ) con  $R_3$  con  $R_4$  y con la carga  $R_{C1}$  es decir:

$$\text{Resistencia Carga del T1} = R_{C1} \parallel R_3 \parallel R_4 \parallel R_{iT2} \quad (45)$$

Una vez calculadas las características por separado se analizará en conjunto, utilizando las ecuaciones 39 ( Para la ganancia de Tensión ) y 41 (Para la ganancia de corriente), La Resistencia de entrada de todo el amplificador ( $R_i$ ) será el paralelo de  $R_1$  y  $R_2$  con  $R_{iT1}$ .

Una vez calcula la resistencia de salida del transistor 2 , el cálculo de la Resistencia de salida total ( $R_o$ ) y de la resistencia de salida teniendo en cuenta la carga ( $R'o$ ) se calcula de la misma forma que en el Emisor Común.

## 1.2.2 EMISOR COMÚN - COLECTOR COMÚN

Se emplea un Emisor común a la entrada debido a que su impedancia de entrada es de valor intermedio y un colector común a la salida para obtener una impedancia de salida reducida, además como su ganancia de voltaje es aproximadamente 1 no será causa de distorsión

El esquema utilizado en la aplicación es el siguiente:

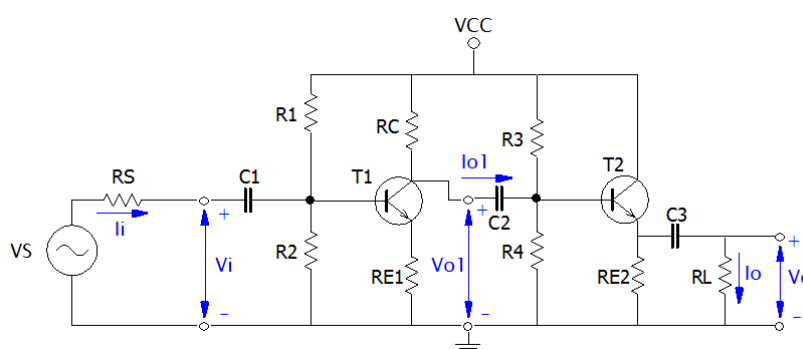


Imagen 32 Esquema Emisor Común - Colector Común de la aplicación

Como vemos tiene condensadores de acoplo (  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$ ).

Para el cálculo de sus características lo analizaremos en alterna:

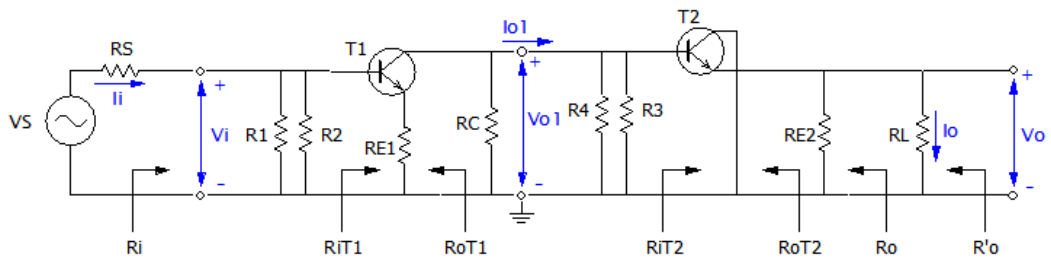


Imagen 33 Esquema EC-CC en alterna

Como se ha explicado antes se calculará el amplificador en conjunto. Para dicho cálculo se utilizará lo que se ha visto en el Emisor Común y en Colector común de una etapa, dependiendo de si se puede usar o no el método aproximado se utilizarán unas o otras ecuaciones.

Se empezará por el transistor dos, del transistor dos no se podrá calcular la resistencia de salida del cuadripolo  $R_{oT2}$  ya que para ello es necesario calcular primero la resistencia de salida del cuadripolo uno. Esto es debido, como se ve en la fórmula 26 la impedancia de salida del cuadripolo depende de  $R_s$  y la  $R_s$  del cuadripolo 2 ( $R_{s2}$ ) se calcula con la resistencia de salida del transistor uno.

En el cálculo del transistor 1 tenemos que la resistencia de la carga será el paralelo de la resistencia de entrada del transistor 2 ( $R_{iT2}$ ) con  $R_3$  con  $R_4$  y con la carga  $R_C$  es decir:

$$\text{Resistencia Carga del T1} = R_C \parallel R_3 \parallel R_4 \parallel R_{iT2} \quad (46)$$

Una vez calculadas las características por separado se analizará en conjunto, utilizando las ecuaciones 39 ( Para la ganancia de Tensión ) y 41 ( Para la ganancia de corriente), La Resistencia de entrada de todo el amplificador ( $R_i$ ) será el paralelo de  $R_1$  y  $R_2$  con  $R_{iT1}$ .

Una vez se calcula la resistencia de salida del transistor 2 , el cálculo de la Resistencia de salida total ( $R_o$ ) y de la resistencia de salida teniendo en cuenta la carga ( $R'o$ ) se calcula de la misma forma que en el Colector Común.

### 1.2.3 COLECTOR COMÚN - EMISOR COMÚN

Se emplea un Colector común a la entrada si se precisa una alta impedancia de entrada y un Emisor común a la salida para obtener un valor intermedio de la impedancia de salida

El esquema utilizado en la aplicación es el siguiente:

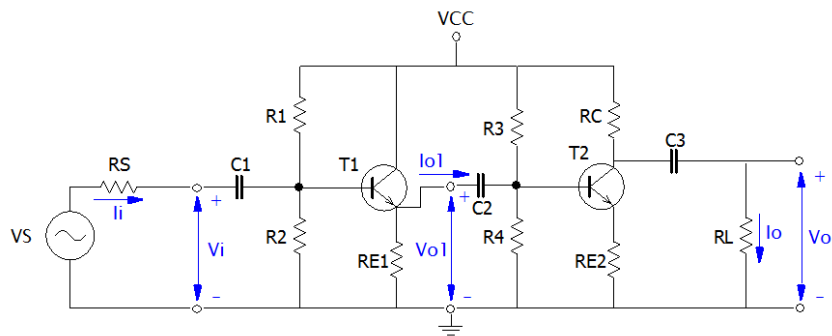


Imagen 34 Esquema Colector Común - Emisor Común de la aplicación

Como vemos tiene condensadores de acoplo ( C1, C2 y C3).

Para el cálculo de sus características lo analizaremos en alterna:

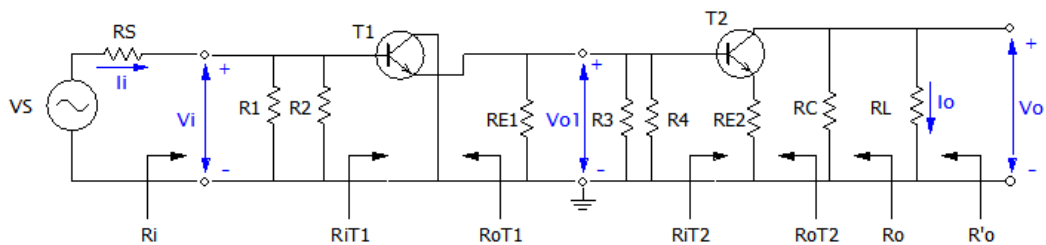


Imagen 35 Esquema CC-EC en alterna

Como se ha explicado antes se empezará calculando ambas etapas por separado. Para dicho cálculo se utilizará lo que se ha visto en el Emisor Común y en el Colector Común de una etapa, dependiendo de si se puede usar o no el método aproximado se utilizarán unas o otras ecuaciones.

Se empezará por el transistor dos, como en los casos anteriores del transistor dos no se podrá calcular la resistencia de salida del cuadripolo  $R_{oT2}$  (si estamos en el método aproximado la  $R_{oT2}$  es infinito, pero en el método exacto no se podrá) ya que para ello es necesario calcular primero la resistencia de salida del cuadripolo uno. Esto es debido, como se ve en la fórmula 26 que en el método exacto la impedancia de salida del cuadripolo depende de  $R_s$  y la  $R_s$  del cuadripolo 2 ( $R_{s2}$ ) se calcula con la resistencia de salida del transistor uno.

En el cálculo del transistor 1 tenemos que la resistencia de la carga será el paralelo de la resistencia de entrada del transistor 2 ( $R_{iT2}$ ) con  $R_3$  con  $R_4$  y con la  $R_{E1}$  es decir:

$$\text{Resistencia Carga del T1} = R_{E1} \parallel R_3 \parallel R_4 \parallel R_{iT2} \quad (47)$$

Una vez calculadas las características por separado se analizará en conjunto, utilizando las ecuaciones 39 ( Para la ganancia de Tensión ) y 41 ( Para la

ganancia de corriente), La Resistencia de entrada de todo el amplificador ( $R_i$ ) será el paralelo de  $R_1$  y  $R_2$  con  $R_{iT1}$ .

Una vez calcula la resistencia de salida del transistor 2 , el cálculo de la Resistencia de salida total ( $R_o$ ) y de la resistencia de salida teniendo en cuenta la carga ( $R'o$ ) se calcula de la misma forma que en el Emisor Común.

## 1.2.4 SURTIDOS COMÚN - EMISOR COMUN

Ahora para este caso se combinará un amplificador FET con un BJT

El esquema utilizado en la aplicación es el siguiente:

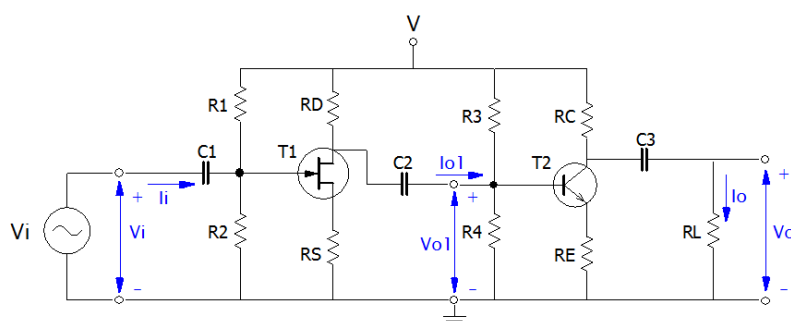


Imagen 36 Esquema Surtidor Común - Emisor Común de la aplicación

Como vemos tiene condensadores de acoplo (  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$ ).

Para el cálculo de sus características lo analizaremos en alterna:

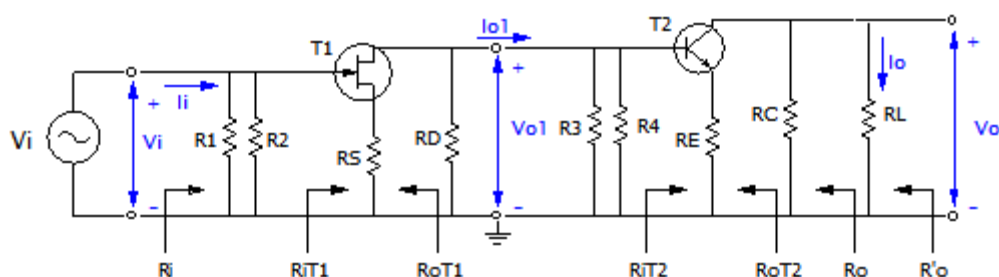


Imagen 37 Esquema SC-EC en alterna

Como hemos ido haciendo anteriormente se empezará calculando ambas etapas por separado. Para dicho cálculo se utilizará lo que se ha visto en el Emisor Común y en el Surtidor Común de una etapa, dependiendo de si se puede usar o no el método aproximado ( para el Emisor Común) se utilizarán unas o otras ecuaciones.

Se empezará por el transistor dos, como en los casos anteriores del transistor dos no se podrá calcula la resistencia de salida del cuadripolo  $R_{oT2}$  (si

estamos en el método aproximado la  $R_{oT2}$  es infinito, pero en el método exacto no se puede) ya que para ello es necesario calcular primero la resistencia de salida del cuadripolo uno. Esto es debido, como se ve en la fórmula 26 que en el método exacto la impedancia de salida del cuadripolo depende de  $R_s$  y la  $R_s$  del cuadripolo 2 ( $R_{s2}$ ) se calcula con la resistencia de salida del transistor uno.

En el cálculo del transistor 1 tenemos que la resistencia de la carga será el paralelo de la resistencia de entrada del transistor 2 ( $R_{iT2}$ ) con  $R_3$  con  $R_4$  y con la carga  $R_D$  es decir:

$$\text{Resistencia Carga del T1} = R_D \parallel R_3 \parallel R_4 \parallel R_{iT2} \quad (48)$$

Una vez calculadas las características por separado se analizará en conjunto, utilizando las ecuaciones 39 (Para la ganancia de Tensión) y 41 (Para la ganancia de corriente), La Resistencia de entrada de todo el amplificador ( $R_i$ ) será el paralelo de  $R_1$  y  $R_2$  con  $R_{iT1}$ .

Una vez calcula la resistencia de salida del transistor 2, el cálculo de la Resistencia de salida total ( $R_o$ ) y de la resistencia de salida teniendo en cuenta la carga ( $R_o'$ ) se calcula de la misma forma que en el Emisor Común.

## 1.2.5 EMISOR COMUN - DRENADOR COMUN

En este caso igual que antes se combinará un amplificador FET con un BJT

El esquema utilizado en la aplicación es el siguiente:

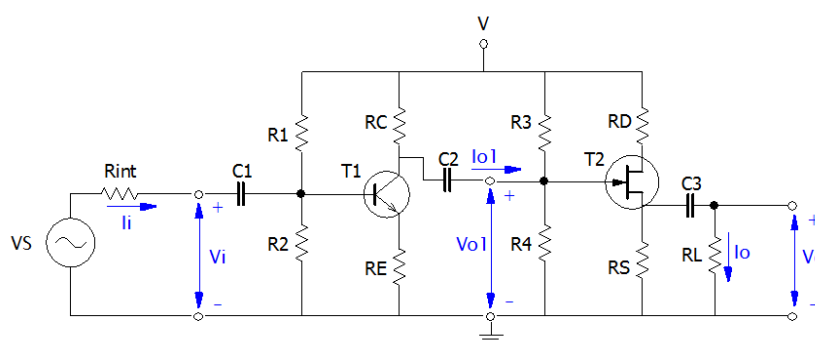


Imagen 38 Esquema Emisor Común - Drenador Común de la aplicación

Como vemos tiene condensadores de acoplo ( $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$ ).

Para el cálculo de sus características lo analizaremos en alterna:

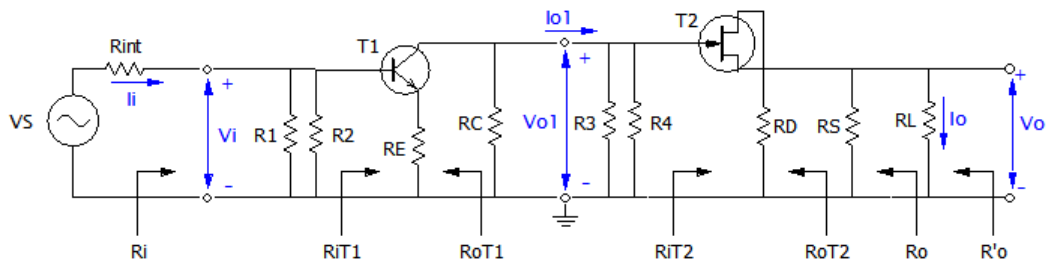


Imagen 39 Esquema EC-DC en alterna

Como hemos ido haciendo anteriormente se empezará calculando ambas etapas por separado. Para dicho cálculo se utilizará lo que se ha visto en el Emisor Común y en el Drenador Común de una etapa, dependiendo de si se puede usar o no el método aproximado ( para el Emisor Común) se utilizarán unas o otras ecuaciones.

Se empezará por el transistor dos, se calculan sus características con las ecuaciones vistas en el Drenador común de una etapa. En este caso se puede calcular ya desde este momento la Resistencia de salida total ( $R_o$ ) y la resistencia teniendo en cuenta la carga ( $R'o$ ) ya que en este caso no dependen de ningún parametro del transistor 1.

En el cálculo del transistor 1 tenemos que la resistencia de la carga será el paralelo de la resistencia de entrada del transistor 2 ( $R_{iT2}$ ) con  $R_3$  con  $R_4$  y con la carga  $R_C$  es decir:

$$\text{Resistencia Carga del T1} = R_C \parallel R_3 \parallel R_4 \parallel R_{iT2} \quad (49)$$

Una vez calculadas las características por separado se analizará en conjunto, utilizando las ecuaciones 39 ( Para la ganancia de Tensión ) y 41 (Para la ganancia de corriente), La Resistencia de entrada de todo el amplificador ( $R_i$ ) será el paralelo de  $R_1$  y  $R_2$  con  $R_{iT1}$ .



## 1.2.6 CONFIGURACION DARLINGTON

Esta configuración se utilizará cuando sea preciso un amplificador con una alta impedancia de entrada.

Para la aplicación se partirá del siguiente esquema:

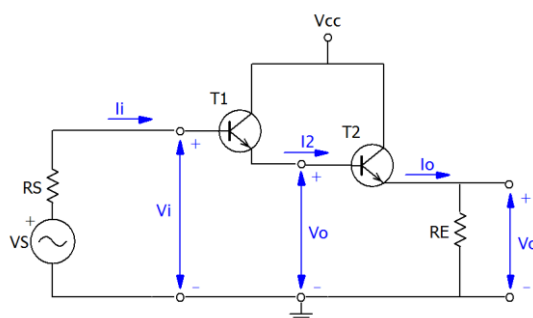


Imagen 40 Esquema Configuración Darlington

En esta configuración si lo consideramos como un solo transistor compuesto, el circuito estaría en Colector común, pero para la aplicación se ha considerado como dos transistores, es decir dos etapas en Colector común directamente acopladas, donde  $R_{L1} = R_{i2}$

Se calcularán las características del amplificador como dos transistores en colector común, dependiendo de si se puede usar o no el método simplificado se utilizarán unas ecuaciones o otras.

Se empieza por el cálculo de la ganancia de tensión, ganancia de intensidad y la resistencia de entrada del transistor 2, con las ecuaciones vistas en el colector común. Para dicho cálculo RE será la resistencia de la carga.

Luego se calcula el transistor 1, siendo la resistencia de la carga del transistor 1 ( $R_{L1}$ ) la resistencia de entrada del transistor 2 ( $R_{i2}$ ).

Una vez obtenido las ganancias de intensidad, voltaje y la resistencia de entrada del transistor 1 calcularemos las características del amplificador.

Donde la resistencia de entrada total  $R_i$  será igual a  $R_{i1}$  y las ganancias de intensidad y de voltaje del amplificador serán el producto de las ganancias de los transistores.

## 1.2.7 AMPLIFICADOR DIFERENCIAL

Es un amplificador de dos etapas con acoplamiento directo.

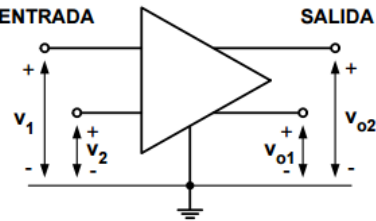


Imagen 41 Esquema Amplificador Diferencial

En el amplificador diferencial ideal la salida depende de la diferencia de las señales de entrada:

$$V_o = V_d A_d \quad (50)$$

Siendo \$V\_d\$ la señal diferencial y \$A\_d\$ la ganancia diferencial.

En el amplificador diferencial real la salida depende además de la señal común de ambas entradas:

$$V_o = V_d A_d + V_c A_c \quad (51)$$

$$V_c \text{ es la señal en modo común } V_c = \frac{V_1 + V_2}{2} \quad (52)$$

\$A\_c\$ es la ganancia en modo común.

A continuación se muestra la configuración básica de este amplificador.

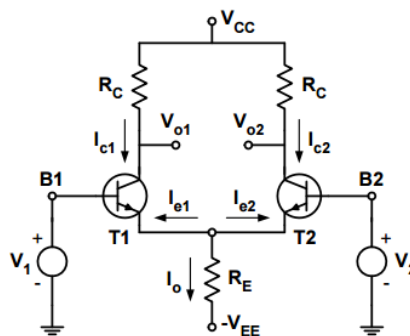


Imagen 42 Configuración básica Amplificador Diferencial

Es un montaje simétrico, son dos etapas en emisor común con acoplamiento directo en el emisor.

Las señales de entrada  $V_1$  y  $V_2$  se aplican en las bases y las señales de salida  $V_{o1}$  y  $V_{o2}$  se toman en los colectores.

Tenemos: Salida Diferencial:  $V_o = V_{o2} - V_{o1}$  (53)

Salida asimétrica:  $V_o = V_{o2}$  (54)

En la salida diferencial el comportamiento es ideal.

En la salida asimétrica tendremos buen comportamiento si la resistencia  $R_E$  es alta ya que con eso conseguimos que  $A_c$  sea baja. Cuanto más baja sea  $A_c$  más se asemejará al comportamiento ideal.

Para calcular las características de este amplificador usaremos las siguientes ecuaciones:

**Salida Diferencial**

Ganancia diferencial:  $A_d = \frac{V_{o2} - V_{o1}}{V_d} = \frac{h_{fe} R_C}{h_{ie}}$  (55)

Ganancia Modo Común:  $A_d = \frac{V_{o2} - V_{o1}}{V_d} = 0$  (56)

Tensión salida  $V_o = V_d A_d + V_c A_c = \frac{h_{fe} R_C}{h_{ie}} V_d$  (57)

Impedancia de entrada Diferencial  $R_{id} = 2h_{ie}$  (58)

Impedancia Salida Diferencial  $R_{o1} = R_{o2} = \infty$  (59)

Impedancia Salida Diferencial considerando carga  $R'_o = 2R_C$  (60)

**Salida Asimétrica**

Ganancia diferencial:  $A_d = \frac{V_{o2}}{V_d} = \frac{h_{fe} R_C}{2h_{ie}}$  (61)

Ganancia Modo Común:  $A_d = \frac{V_{o2}}{V_C} = \frac{-h_{fe} R_C}{h_{ie} + 2R_E(1 + h_{fe})}$  (62)

Tensión salida  $V_o = V_d A_d + V_c A_c =$  (63)

$$= \frac{h_{fe} R_C}{2h_{ie}} V_d + \frac{-h_{fe} R_C}{h_{ie} + 2R_E(1 + h_{fe})} V_C$$

Impedancia de entrada Modo Común  $R_{ic} = \frac{h_{ie}}{2} + R_E(1 + h_{fe})$  (64)

Impedancia Salida Asimétrica  $R_o = R_{o2} = \infty$  (65)

Impedancia Salida Asimétrica considerando carga  $R'_o = R_o \parallel R_C = R_C$  (66)

Para el cálculo de la Relación de rechazo del modo común:

$$\rho = \left| \frac{A_d}{A_c} \right| \quad (67)$$

Con estas ecuaciones se calculan las características el esquema utilizado en la aplicación es igual al mostrado arriba

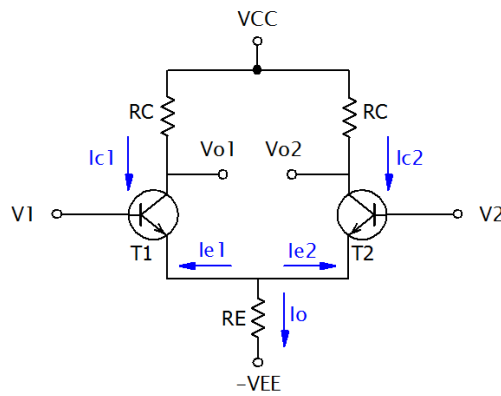


Imagen 43 Amplificador Diferencial usado en la aplicación

# CAPÍTULO 2: DESCRIPCION DEL SOFTWARE

Este proyecto se ha realizado en el software de microsoft office. utilizando el lenguaje de programación que viene incluido en excel Visual Basic.

## 2.1 EXCEL

Microsoft Excel es una aplicación de hojas de cálculo que forma parte de la suite de oficina Microsoft Office.

Es una aplicación utilizada en tareas financieras y contables, con fórmulas, gráficos y un lenguaje de programación.

El liderazgo indiscutible que exhibe Excel en el mercado de hojas de cálculo es algo innegable, pero no fue siempre así

### 2.1.1 HISTORIA DE EXCEL.

Cuando surgió Excel ya existían dos fuertes competidores que lideraban el mercado de hojas de cálculo que nacieron en 1979 y 1982 respectivamente: Visicalc y Lotus 1, 2, 3.

**Visicalc** fue la primera aplicación real en lo que a hojas de cálculo se refiere, este software fue creado para Apple II y podía: sumar, dividir, multiplicar, y hasta obtener porcentaje de los resultados.

**Lotus 1-2-3** es un clásico programa desarrollado por la empresa Lotus Development Corporation y fue lanzado oficialmente al mercado en el año 1983, **Lotus 1-2-3** fue la primera hoja electrónica en introducir las celdas, rangos y macros, Con **Lotus 1-2-3** es más fácil la utilización de planillas de cálculo y agrega la posibilidad de hacer gráficos y bases de datos. **Lotus 1-2-3** es aún uno de los paquetes de aplicaciones más vendido de todos los tiempos.

**Excel** hace su aparición en el año 1985, aun y cuando Microsoft lanzó al mercado una hoja de cálculo llamada Multiplan en 1982 que fue muy popular en grandes sistemas, pero no pudo superar a Lotus 1-2-3 el cual funcionaba muy bien en computadores personales. Por esta razón Microsoft desarrollo una nueva hoja de cálculo para competir con Lotus 1-2-3, esta fue Excel.

En 1985, la primera versión de **Excel** fue lanzada para ordenadores Apple Macintosh. La primera versión para Windows fue denominada Microsoft Excel 2.0 y se lanzó en 1987. En 1988 **Excel** superó por primera vez la popularidad de **Lotus 1-2-3**. No obstante la primera vez que Excel se introdujo en la suite de Office fue en 1993.

Las historia de Excel puede ser resumida viendo la lista de versiones que han sido lanzadas al mercado para Microsoft Windows son:

- **1987** Excel 2.0
- **1990** Excel 3.0
- **1992** Excel 4.0
- **1993** Excel 5.0 (Office 4.2 & 4.3)
- **1995** Excel 7.0 (Office '95)
- **1997** Excel 8.0 (Office '97)
- **1999** Excel 9.0 (Office 2000)
- **2001** Excel 10.0 (Office XP)
- **2003** Excel 11.0 (Office 2003)
- **2007** Excel 12.0 (Office 2007)
- **2010** Excel 14.0 (Office 2010)
- **2013** Excel 15.0 (Office 2013)
- **2015** Excel 16.0 (Office 2016)

Excel fue la primera hoja de cálculo que permitió al usuario definir la apariencia (las fuentes, atributos de carácter y celdas). También introdujo recomputación inteligente de celdas, donde celdas dependientes de otra celda que han sido modificadas, se actualizan al instante (programas de hoja de cálculo anterior recalculaban la totalidad de los datos todo el tiempo o esperaban para un comando específico del usuario). Excel tiene una amplia capacidad gráfica, y permite a los usuarios realizar, entre otras muchas aplicaciones, listados usados en combinación de correspondencia.

Desde 1993, Excel ha incluido Visual Basic para Aplicaciones (VBA), un lenguaje de programación basado en Visual Basic, que añade la capacidad para automatizar tareas en Excel y para proporcionar funciones definidas por el usuario para su uso en las hojas de trabajo

## 2.1.2 VISUAL BASIC

Desde 1993, Excel ha incluido Visual Basic para Aplicaciones. Visual Basic para aplicaciones es una combinación de un entorno de programación integrado denominado Editor de Visual Basic y del lenguaje de programación Visual Basic, permitiendo diseñar y desarrollar con facilidad programas en Visual Basic. El término “para aplicaciones” hace referencia al hecho de que el lenguaje de programación y las herramientas de desarrollo están integrados con las aplicaciones del Microsoft Office (en este caso, el Microsoft Excel), de forma que se puedan desarrollar nuevas funcionalidades y soluciones a medida, con el uso de estas aplicaciones. El Editor de Visual Basic contiene todas las herramientas de programación necesarias para escribir código en Visual Basic y crear soluciones personalizadas. Este Editor, es una ventana independiente de Microsoft Excel, pero tiene el mismo aspecto que cualquier otra ventana de una aplicación Microsoft Office, y funciona igual para todas estas aplicaciones. Cuando se cierre la aplicación, consecuentemente también se cerrará la ventana del Editor de Visual Basic asociada.

### 2.1.2.1 ACTIVAR VISUAL BASIC EN EXCEL

Para activar visual Basic necesitamos habilitar la ficha de programación de Excel, para ello hacemos clic en el botón Office y después en Opciones de Excel

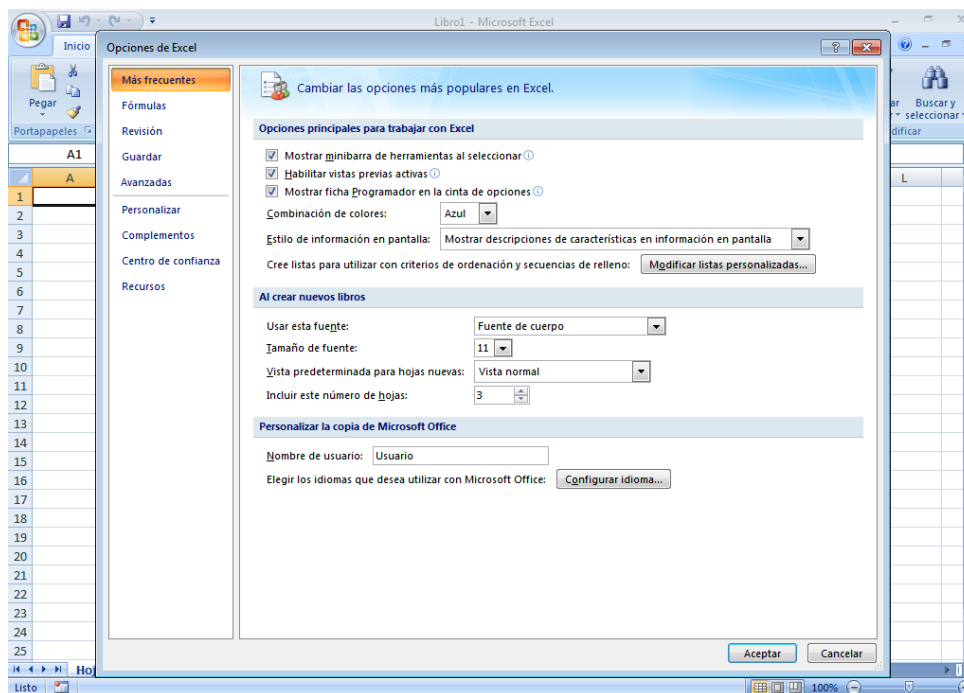


Imagen 44 Opciones Excel

Hacemos clic como se ve en la Imagen 44 en mostrar ficha de programador, ahí veríamos la ficha de programador y pulsaríamos sobre el icono de Visual Basic que se muestra en la imagen 45.

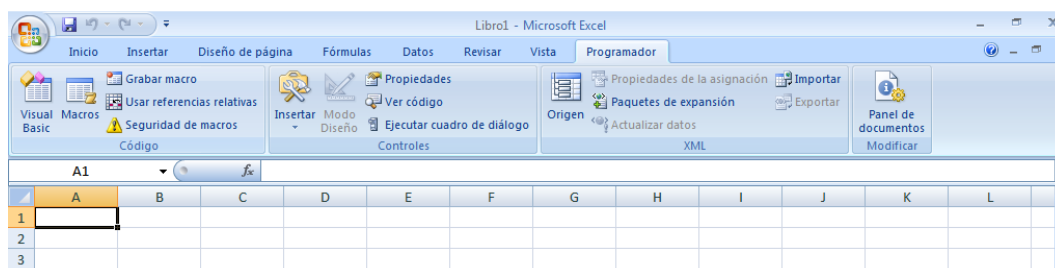


Imagen 45 Visualización excel ficha programador

### 2.1.2.2 MACROS

En visual Basic se programa a través de macros, una **macro** es un conjunto de comandos que se almacena en un lugar especial de Excel de manera que están siempre disponibles cuando los necesites ejecutar. Sirven para automatizar acciones repetidas.

También excel da opciones de construir macros sin necesidad de saber programar, en este proyecto todo se ha realizado mediante la programación.

### 2.1.2.3 FORMULARIOS

Los formularios en Excel son un método para ingresar datos a nuestras hojas y son de mucha utilidad porque nos ayudan a evitar errores en la captura de información.

Tres tipos diferentes de formularios:

- Formulario de datos.
- Hojas de cálculo con controles de formulario o controles ActiveX.
- Formularios de usuario en VBA.

En este trabajo se ha realizado con Formularios de usuario en VBA.

Los formularios de usuario en VBA, también conocidos como UserForm, son cuadros de diálogo que hacen uso de controles de formulario para solicitar información al usuario. Estos formularios son creados desde el Editor de Visual Basic y administrados desde código VBA.

### 2.1.2.4 PROCEDIMIENTOS

Un procedimiento es un bloque de instrucciones de código que sirven para llevar a cabo alguna tarea específica.

En Visual Basic existen 3 tipos de procedimientos: Sub, Function y Property.



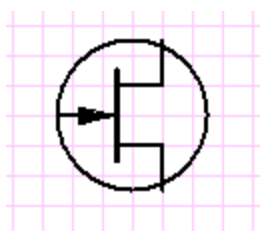
Este proyecto se ha realizado utilizando los procedimientos Sub, ya que se ha considerado que era la más adecuada dado lo que había que realizar.

Los procedimientos se agrupan en **módulos**.

## 2.2 PROFICAD

ProfiCAD es un programa de dibujo con ordenador diseñado para dibujar diagramas eléctricos y electrónicos, esquemas, diagramas de circuitos de control y también se puede utilizar para diagramas hidráulicos, neumáticos y otros tipos de diagramas técnicos. Es un CAD eléctrico sencillo. La edición no comercial (de hogar) se distribuye sin coste aunque tiene algunas limitaciones

Con este programa es con el cual se ha realizado los esquemas de los amplificadores que aparecen en la aplicación, es un programa de dibujo sencillo, todos los símbolos utilizados en los esquemas estaban en la biblioteca de símbolos de ProfiCad excepto el de los amplificadores FET, que no había ninguno que fuera como el que se buscaba por lo que se realizó el diseño del transistor con el programa, a continuación se mostrará el dibujo realizado de este transistor.



*Imagen 46 Dibujo Transistor Fet PROFICAD*

Como se ha dicho antes, todos los esquemas de la aplicación están realizados con este programa y la mayoría de los esquemas de amplificadores mostrados en el presente proyecto (todos los esquemas que están a color) también.

A continuación se mostrará como es este entorno de dibujo.

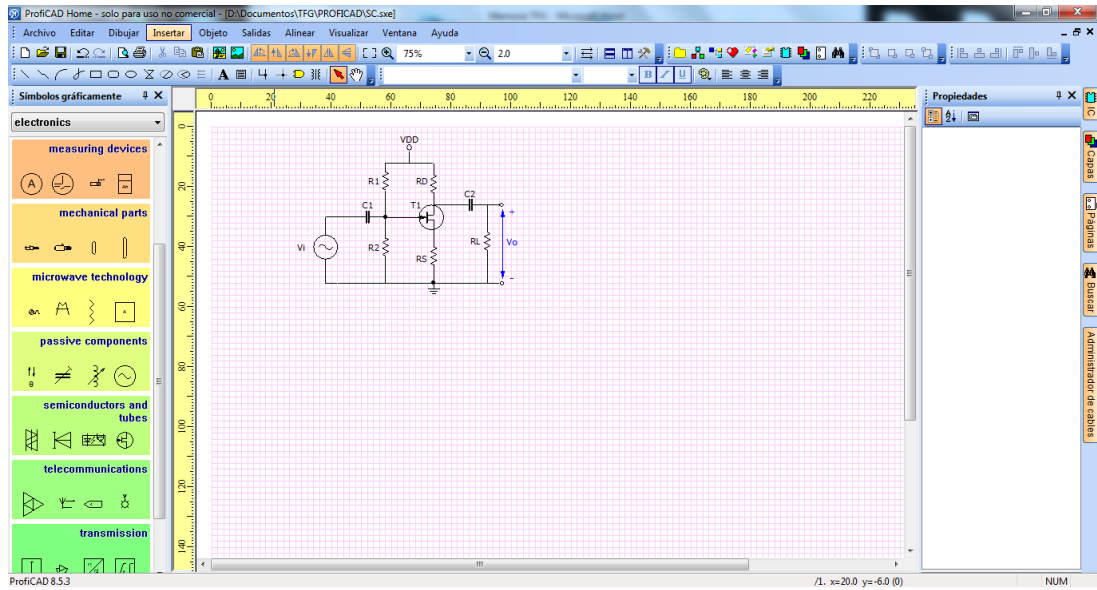


Imagen 47 Entorno de PROFICAD durante la realización de un esquema

A la izquierda se eligen los componentes y en las barras superiores están las herramientas de dibujo.

# CAPITULO 3: PROGRAMACION DE LA APLICACION

La programación de la aplicación desarrollada en visual basic a sido a través de formularios y modulos, ya sé explico en descripción del software que era cada cosa, se explicará por separado los formularios y luego los módulos intentando que quede lo más claro posible.

## 3.1 FORMULARIOS DE LA APLICACION

Los formularios como hemos dicho antes son método para ingresar datos. En este trabajo se ha realizado un formulario por cada configuración de amplificador y también formularios para la teoría que se añade como ayuda al usuario en cada circuito, así como un formulario para las instrucciones.

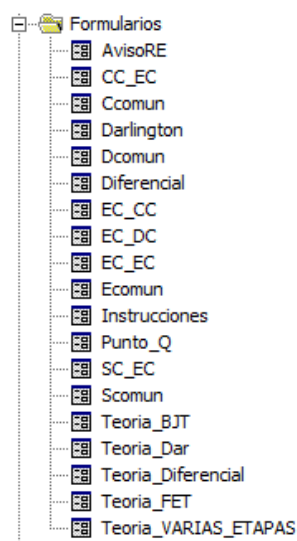


Imagen 48 Formularios de la aplicación

Como se puede apreciar en la imagen 48 los formularios tienen un nombre representativo de lo que son.

A continuación se mostrarán y explicarán todos los formularios y todo el código asociado a ellos que no está dentro de los módulos.

Se irán explicando uno a uno los formularios y como en todos ellos hay cosas comunes que ya habrán sido explicadas en otro formulario se contará solo lo que tengan distinto. Se contará el nombre de las herramientas usadas en los formularios.

Todos los formularios se han realizado de manera que se parezcan lo mas posibles unos a otros para facilitar al usuario y que se acostumbre a una misma manera de introducir y leer datos, todos tienen la misma forma, color y los botones situados en sitios idénticos, para que sea mas intuitivo.

### 3.1.1 FORMULARIO EMISOR COMUN

Imagen 49 Formulario Emisor Común

Lo que vemos en la imagen 49 es la forma de un formulario que se comentará a continuación.

Cada formulario llevará en barra superior el nombre del circuito en mayúsculas.

Los Recuadros en blanco son *Textbox* (cajas de texto), esta es una herramienta que permite al usuario introducir los datos.

Todos los textos del formulario que no son botones o que no tienen un fondo de color, son *Label* (etiquetas), esta herramienta permite al programador introducir el texto deseado en la etiqueta.

Los botones azules al lado de los recuadros para introducir los datos, son *ToggleButton* (botón de activación), esta herramienta tiene dos estado TRUE o FALSE al activarlo (pulsandolo) pasará a True y al volverlo a pulsar pasará a FALSE que también es el estado en el que está antes de pulsarlo, esas opciones permiten al programador realizar una u otra función dependiendo de su estado. En nuestro caso si el usuario no quiere que aparezca una de las

resistencias del circuito deberá pulsar el botón y así en el *Textbox* aparecerá "Cero" o "infinito" dependiendo de la resistencia.

Todas las resistencias tiene un *ToggleButton* (botón de activación) excepto la resistencia R1 del transistor que no se puede quitar, ya que si no no tendría sentido la polarización del transistor y la resistencia RS que se decidió quitarlo para no liar al usuario.

El *ToggleButton* (botón de activación) de las resistencias de emisor de los formularios con transistores BJT, es decir: formularios Emisor común, Colector común, EC-EC, EC-CC y CC-EC, al ser pulsado a mayores de poner "Cero" o "infinito" en el *Textbox* llamarán al formulario AvisoRE ya que para el cálculo del punto de trabajo del transistor esas resistencias son necesarias y necesitan un valor.

La imagen del circuito que se ve esta realizada, como anteriormente se dijo, con Proficad está introducida mediante la herramienta *Image*.

El recuadro blanco que está debajo de Método Cálculo es un *Label* (etiqueta) que mostrará el método por el que se han hecho los cálculos de ese transistor, es decir método aproximado o exacto.

Los recuadros de color beis debajo de características del cuadripolo, son *Label* también que mostrarán los resultados de los cálculos.

El texto que está al lado del recuadro de color beis son imágenes introducidas con la herramienta *Image* ya que no se podía introducir subíndices de otra forma en el formulario y así resalta las respuestas.

En todos los formularios habrá 3 botones idénticos estos son *comandoButton* (botón de comando), esta herramienta permite crear un botón que llama al procedimiento que el programador quiera al pulsarlo. Los 3 botones son:

**Calcular** - llama al procedimiento botón\_calcular dentro del módulo que proceda, emisor común en este caso. Al pulsarlo una vez introducidos los datos nos calculará las soluciones.

**Limpiar Campos** - Llama al procedimiento limpiar\_campos dentro del módulo que proceda, emisor común en este caso. Al pulsarlo Dejará todo en blanco tanto los *Textbox* para introducir datos, como los *Label* donde se muestran las respuestas, Se puede utilizar para introducir nuevos datos y no borrarlos uno a uno.

**Teoria-** Llama al procedimiento lanzar\_teoría dentro del módulo correspondiente, emisor común en este caso, Al pulsarlo muestra la teoría

asociada a dicho circuito (esa teoría está introducida como otro formulario que se mostrará más adelante)

El formulario Emisor común y todos los demás que sean de transistores BJT es decir: los formularios mencionados antes, tendrán en común esta característica que se comenta ahora.

Estos formularios tendrán un botón por cada transistor que tengan llamado Punto Q, al pulsarlo llamarán al formulario PuntoQ.

También tendrán la etiqueta (label) para el cálculo del margen dinámico.

Todos los objetos de los formularios se pueden controlar mediante eventos, estos eventos son:

- Inicializate -> al iniciar el objeto se activa el código escrito dentro del objeto.
- Terminate -> al terminarse el objeto se activa el código escrito dentro del objeto.
- Click-> al pinchar dos veces en el objeto se activa el código escrito dentro del objeto.

En los formularios con transistores BJT (los que se han mencionado antes) tendrán todos un código asociado cuando se cierra el formulario (es decir evento Terminate) este código lo que hará será borrar de las hojas de excel 1 y 2 los datos introducidos mediante otros formularios, para que así quede todo vacío, igual que al entrar al programa.

### 3.1.2 FORMULARIO COLECTOR COMUN

Imagen 50 Formulario Colector común

Este formulario es igual al emisor común solo cambia la imagen del circuito.

### 3.1.3 FORMULARIO TEORIA BJT

Este es el formulario que aparecerá al pulsar el botón teoría de los formularios Emisor común y Colector común.

Contiene un resumen de la teoría de los amplificadores BJT, como la teoría no cabía en la ventana, este formulario tiene dos páginas.

Imagen 51 Formulario Teoría Transistor BJT Página 1

TEORÍA TRANSISTORES BIPOLARES BIT

AMPLIFICADOR BJT (1) AMPLIFICADOR BJT (2)

CIRCUITO	EQUIVALENTE HÍBRIDO	ECUACIONES v-i	CIRCUITO	EQUIVALENTE HÍBRIDO	ECUACIONES v-i
		$V_{be} = h_{ie} I_b + h_{re} V_{ce}$ $I_c = h_{fe} I_b + h_{oe} V_{ce}$			$V_{be} = h_{ie} I_b + h_{re} V_{ce}$ $I_c = h_{fe} I_b + h_{oe} V_{ce}$

**ANÁLISIS MEDIANTE EL MODELO HÍBRIDO EXACTO**

**MODELO HÍBRIDO SIMPLIFICADO**

**Ganancia de corriente ( $A_i$ )** - **Impedancia de entrada ( $Z_i$ )**  

$$A_i = \frac{I_2}{I_1} = \frac{-h_{fe}}{1 + h_{oe} Z_L}$$

$$Z_i = \frac{V_1}{I_1} = h_{ie} + h_{re} A_i Z_L$$

**Ganancia de tensión ( $A_v$ )** - **Admitancia de salida ( $Y_o$ )**  

$$A_v = \frac{V_2}{V_1} = A_i \frac{Z_L}{Z_i}$$

$$Y_o = \frac{1}{Z_o} = \frac{I_2}{V_2} = h_{oe} - \frac{h_{fe} h_{re}}{h_{ie} + R_S}$$

**Impedancia de salida ( $Z_o$ )** - **Ganancia de tensión considerando  $R_S$  ( $A_{vS}$ )**  

$$Z_o \text{ con carga } Z_L \neq \infty$$

$$Z_o = Z_L \parallel Z_o$$

$$A_{vS} = \frac{V_2}{V_S} = A_v \frac{Z_i}{Z_i + R_S} = A_i \frac{Z_L}{Z_i + R_S}$$

CONDICIÓN DE USO:  $h_{oe} R_L \leq 0,1 \Rightarrow \text{ERROR} \leq 10\%$

Imagen 52 Formulario Teoría Transistor BJT Página 2

Esta teoría esta introducida mediante imágenes. Para la creación de las dos páginas se ha utilizado la herramienta Page que permite crear paginas múltiples y en esta ocasión se ha utilizado para introducir imágenes.

### 3.1.4 FORMULARIO SURTIDOS COMÚN

SURTIDOR COMÚN

Resistencias en  $\Omega$

R1=  Con R1      RS=  Con RS  
R2=  Con R2      RL=  Con RL  
RD=  Con RD

Parámetros del transistor

$\mu =$         $r_d =$

**Características AMPLIFICADOR:**

$R_i =$         $R_o =$    
 $A_v =$         $R'_o =$    
 $R_{oT} =$

**TEORÍA**

Imagen 53 Formulario Surtidor Común



Este formulario no tiene nada a destacar respecto a los anteriores, en este caso no tiene la etiqueta donde pondrá por el método que se ha realizado los cálculos ya que el Surtidor común solo tiene un método.

Tampoco tiene calculo del punto Q ni por lo tanto del margen dinámico.

### 3.1.5 FORMULARIO DRENADOR COMÚN

**DRENADOR COMÚN**

Resistencias en  $\Omega$

R1=  Con R1    RS=  Con RS  
R2=  Con R2    RL=  Con RL  
RD=  Con RD

Parámetros del transistor

$\mu$ =      $r_d$ =

Calcular    Limpiar Campos

**Características Amplificador:**

$R_i$  =      $R_o$  =   
 $A_v$  =      $R'_o$  =   
 $R_{oT}$  =

**TEORÍA**

Imagen 54 Formulario Drenador Común

Este formulario es igual al anterior solo cambia la imagen del circuito.

### 3.1.6 FORMULARIO TEORÍA FET

**TEORÍA TRANSISTORES UNIPOLARES FET**

**AMPLIFICADOR GENÉRICO (SC Ó DC)**

**CIRCUITO EQUIVALENTE DE ALTERNA**

$g_m = \frac{\mu V_i}{r_d + R_D + R_S(\mu + 1)}$

**AMPLIFICADOR EN SURTIDOR COMÚN (SC)**

$V_{o1} = -g_m R_D \frac{-\mu V_i R_D}{r_d + R_D + R_S(\mu + 1)}$

$A_v = \frac{V_{o1}}{V_i} = \frac{-\mu R_D}{r_d + R_D + R_S(\mu + 1)}$

$R_o = r_d + R_S(\mu + 1)$  ( $V_i = 0$ )  
 $R_i = R_G$

**AMPLIFICADOR EN DRENADOR COMÚN (DC)**

$V_{o2} = g_m R_S \frac{\mu V_i R_S}{r_d + R_D + R_S(\mu + 1) + [(r_d + R_D)(\mu + 1) + R_S]}$

$A_v = \frac{V_{o2}}{V_i} = \frac{\mu R_S}{r_d + R_S(\mu + 1)}$      $A_v = 1$  si  $R_S(\mu + 1) \gg r_d$  y  $\mu \gg 1$

Imagen 55 Formulario Teoría Fet

Este formulario está realizado de la misma forma que el de teoría BJT pero en este caso debido a que había menos teoría con una página fue suficiente y no fue necesario introducir ninguna herramienta, las imágenes están metidas directamente en el formulario.

### 3.1.7 FORMULARIO EMISOR COMUN-EMISOR COMUN

EMISOR COMÚN - EMISOR COMÚN

Resistencias  $\Omega$

R5=  R3=   
R1=  R4=  Con R4  
R2=  Con R2 RC2=  Con RC2  
RC1=  RE2=  Con RE2  
RE1=  Con RE1 RL=  Con RL

Parámetros del transistor

hie=  hfe=   
hoe=  hre=

Tensión Continua VCC=

Calcular Limpiar campos

MARGEN DINÁMICO DEL AMPLIFICADOR -> Vi (máx)=  mVp

Método Cálculo T1:  Método Cálculo T2:

PUNTO Q1  
PUNTO Q2

Características CUADRIPOLO T1: Características CUADRIPOLO T2: Características AMPLIFICADOR:

$A_{JT1}$  =   $A_{JT2}$  =   $R_i$  =   $R'_o$  =   
 $R_{iT1}$  =   $R_{iT2}$  =   $A_v$  =   $A_{vS}$  =   
 $A_{vT1}$  =   $A_{vT2}$  =   $R_o$  =   
 $R_{oT1}$  =   $R_{oT2}$  =   $A_i$  =   
 $R_{sT1}$  =   $R_{sT2}$  =

TEORÍA

Imagen 56 Formulario EC-EC

Este formulario no tiene ningún elemento o herramienta nueva a destacar, como son dos transistores habrá una etiqueta para mostrar el método por el que se ha realizado cada transistor y al ser dos transistores tendrá dos botones uno por transistor para PuntoQ ambos botones llevan al mismo formulario PuntoQ, con la diferencia que cuando se pulsa el botón PUNTOQ1 una variable global llamada estado se pondrá a 1 y cuando se pulsa PUNTOQ2 la variable estado será 2, esto permite saber cual es el botón que ha sido pulsado.

En los amplificadores de varias etapas la resistencia R1 no será la única sin *ToggleButton* (botón de activación), la resistencia R3 como vemos en la imagen tampoco lo tendrá por la misma razón, sin ella la polarización del transistor 2 carecería de sentido, lo mismo pasaría con RC1 y el transistor 1.

### 3.1.8 FORMULARIO EMISOR COMUN-COLECTOR COMUN

EMISOR COMÚN - COLECTOR COMÚN

Resistencias en  $\Omega$

RS=  R3=   
R1=  R4=  Con R4  
R2=  Con R2 RE2=  Con RE2  
RC=  RL=  Con RL  
RE1=  Con RE1

Parámetros del transistor

hie=  hfe=   
hoe=  hre=   
Tensión Continua VCC=

Calcular Limpiar campos

MARGEN DINÁMICO DEL AMPLIFICADOR -> Vi (máx)=  mVp PUNTO Q1

Método Cálculo T1:  Método Cálculo T2:  PUNTO Q2

Características CUADRIPOLO T1: Características CUADRIPOLO T2: Características AMPLIFICADOR:

$A_{IT1} =$ <input type="text"/>	$A_{IT2} =$ <input type="text"/>	$R_i =$ <input type="text"/>	$R'_o =$ <input type="text"/>
$R_{iT1} =$ <input type="text"/>	$R_{iT2} =$ <input type="text"/>	$A_V =$ <input type="text"/>	$A_{VS} =$ <input type="text"/>
$A_{VT1} =$ <input type="text"/>	$A_{VT2} =$ <input type="text"/>	$R_o =$ <input type="text"/>	
$R_{oT1} =$ <input type="text"/>	$R_{oT2} =$ <input type="text"/>	$A_i =$ <input type="text"/>	
$R_{ST1} =$ <input type="text"/>	$R_{ST2} =$ <input type="text"/>		

TEORÍA

Imagen 57 Formulario EC-CC

Este es igual al anterior.

### 3.1.9 FORMULARIO COLECTOR COMUN-EMISOR COMÚN

COLECTOR COMÚN - EMISOR COMÚN

Resistencias en  $\Omega$

RS=  R3=   
R1=  R4=  Con R4  
R2=  Con R2 RC=  Con RC  
RE1=  Con RE1 RE2=  Con RE2  
RL=  Con RL

Parámetros del transistor

hie=  hfe=   
hoe=  hre=   
Tensión Continua VCC=

Calcular Limpiar campos

MARGEN DINÁMICO DEL AMPLIFICADOR -> Vi (máx)=  mVp PUNTO Q1

Método Cálculo T1:  Método Cálculo T2:  PUNTO Q2

Características CUADRIPOLO T1: Características CUADRIPOLO T2: Características AMPLIFICADOR:

$A_{IT1} =$ <input type="text"/>	$A_{IT2} =$ <input type="text"/>	$R_i =$ <input type="text"/>	$R'_o =$ <input type="text"/>
$R_{iT1} =$ <input type="text"/>	$R_{iT2} =$ <input type="text"/>	$A_V =$ <input type="text"/>	$A_{VS} =$ <input type="text"/>
$A_{VT1} =$ <input type="text"/>	$A_{VT2} =$ <input type="text"/>	$R_o =$ <input type="text"/>	
$R_{oT1} =$ <input type="text"/>	$R_{oT2} =$ <input type="text"/>	$A_i =$ <input type="text"/>	
$R_{ST1} =$ <input type="text"/>	$R_{ST2} =$ <input type="text"/>		

TEORÍA

Imagen 58 Formulario CC-EC

Es igual a los anteriores.

### 3.1.10 FORMULARIO SURTIDOR COMUN-EMISOR COMUN

SURTIDOR COMÚN - EMISOR COMÚN

Resistencias en  $\Omega$

R1=  R4=  Con R4  
R2=  Con R2 RC=  Con RC  
RD=  RE=  Con RE  
RS=  Con RS RL=  Con RL  
R3=

Parámetros del transistor

hie=  hfe=   
hoe=  hre=   
 $\mu$ =  rd=

Calcular Limpiar campos

Método Cálculo T2:

**Características CUADRIPOLO T1:** **Características CUADRIPOLO T2:** **Características AMPLIFICADOR:**

$R_{iT1}$  =   $A_{iT2}$  =   $R_i$  =   $R'_o$  =   
 $A_{vT1}$  =   $R_{iT2}$  =   $A_v$  =   
 $R_{oT1}$  =   $A_{vT2}$  =   $R_o$  =   
 $R_{sT1}$  =   $R_{sT2}$  =   $A_i$  =

TEORÍA

Imagen 59 Formulario SC-EC

En este formulario solo hay una etiqueta del método utilizado ya que el surtidor común se resuelve siempre por el mismo método y no se calcula el punto Q ya que no son los dos transistores BJT.

### 3.1.11 FORMULARIO EMISOR COMUN DRENADOR COMUN

EMISOR COMÚN - DRENADOR COMÚN

Resistencias en  $\Omega$

Rint=  R3=   
R1=  R4=  Con R4  
R2=  Con R2 RD=  Con RD  
RC=  RS=  Con RS  
RE=  Con RE RL=  Con RL

Parámetros del transistor

hie=  hfe=   
hoe=  hre=   
 $\mu$ =  rd=

Calcular Limpiar campos

Método Cálculo T1:

**Características CUADRIPOLO T1:** **Características CUADRIPOLO T2:** **Características AMPLIFICADOR:**

$A_{iT1}$  =   $R_{iT2}$  =   $R_i$  =   $R'_o$  =   
 $R_{iT1}$  =   $A_{vT2}$  =   $A_v$  =   $A_{vS}$  =   
 $A_{vT1}$  =   $R_{oT2}$  =   $R_o$  =   
 $R_{oT1}$  =   $A_i$  =

TEORÍA

Imagen 60 Formulario EC-DC

Este formulario es como el anterior.

### 3.1.12 FORMULARIO TEORIA VARIAS ETAPAS

TEORIA AMPLIFICADOR VARIAS ETAPAS

LA SEÑAL DE SALIDA DE CADA ETAPA SE APLICA COMO SEÑAL DE ENTRADA DE LA SIGUIENTE:

**ESTUDIO EN CONTINUA**

- Polarización (punto "Q" de trabajo).
- Margen dinámico.

**ESTUDIO EN ALTERNA**

- Análisis de ganancias e impedancias.
- Frecuencias medias.

**Acoplamiento entre etapas mediante un condensador:**

$A_{V_i}$  y  $A_{V_{i+1}}$  → Ganancia de tensión y corriente de cada etapa, teniendo en cuenta la influencia entre ellas:

$$A_{V_i} = \frac{V_{o_i}}{V_{i_i}} = \frac{V_{o_i}}{V_{i_i}} \cdot \frac{V_{i_{i+1}}}{V_{i_{i+1}}} = A_{V_i} A_{V_{i+1}}$$

$$A_i = \frac{I_{o_i}}{I_{i_i}} = \frac{I_{o_i}}{I_{i_i}} \cdot \frac{I_{i_{i+1}}}{I_{i_{i+1}}} = A_i A_{i+1}$$

Conocida la impedancia total de entrada  $Z_i$  y la ganancia total de tensión  $A_V$ , la ganancia total de corriente  $A_i$  también se podrá calcular como:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{V_o/Z_o}{V_i/Z_i} = A_V \frac{Z_i}{Z_o}$$

**Elección de las configuraciones**

**ETAPA DE ENTRADA** → Se selecciona en base a la impedancia de entrada del montaje, de cara a la fuente de señal.

- CC → Se emplea si se precisa una elevada  $Z_i$ .
- BC → Se emplea si se precisa una reducida  $Z_i$ .
- EC → Tiene un valor intermedio de  $Z_i$ .

**ETAPA DE SALIDA** → Se selecciona en base a consideraciones de impedancia de salida del montaje, ante la carga y de máxima señal en distorsión.

- CC → Se emplea si se precisa una reducida  $Z_o$ . Además, dado que su  $Z_o < 1$ , no beta causa de distorsión.
- BC → Se emplea si se precisa una elevada  $Z_o$ .
- EC → Tiene un valor intermedio de  $Z_o$ .

Si se cumple la condición  $h_{re} R_L < 0,1$  → Emplear el modelo y expresiones simplificadas.

Etapas con transistores FET → Emplear modelos y expresiones correspondientes.

Imagen 61 Formulario Teoría Varias Etapas

Este formulario no tiene páginas las imágenes están directamente pegadas en él, será llamado desde los formularios de EC-EC, EC-CC, CC-EC, SC-EC y EC-DC.

### 3.1.13 FORMULARIO CONFIGURACION DARLINGTON

DARLINGTON

Resistencias en  $\Omega$

RS =  RE =

Parámetros del transistor

hie1 =  hfe1 =   
 hoe1 =  hre1 =   
 hie2 =  hfe2 =   
 hoe2 =  hre2 =

Calcular Limpiar campos

Método Cálculo T1:  Método Cálculo T2:

**Características CUADRIPOLO T1: Características CUADRIPOLO T2: Características AMPLIFICADOR:**

$A_{IT1}$  =   $A_{IT2}$  =   $R_i$  =   $A_{VRS}$  =   
 $R_{IT1}$  =   $R_{IT2}$  =   $A_V$  =   
 $A_{VT1}$  =   $A_{VT2}$  =   $A_i$  =

TEORÍA

Imagen 62 Formulario Darlington

Este formulario es como los anteriores excepto en que no tiene los botones azules *ToggleButton* (botón de activación), ya que solo tiene dos resistencias.

### 3.1.14 FORMULARIO TEORIA DARLINGTON

TEORIA DARLINGTON

DARLINGTON (1) | DARLINGTON (2)

• CUANDO SEA PRECISO UN AMPLIFICADOR CON  $Z_i \uparrow$  SE EMPLEARÁ:  
 - Para  $R_i > 500 \text{ k}\Omega$ , una etapa con transistor DARLINGTON.

**CONEXIÓN DARLINGTON**

**ANÁLISIS DEL CIRCUITO**

**Etapa de salida (T2).**  
 Se supone que  $h_{oe2}R_E \gg h_{ie2} \Rightarrow$  Expresiones simplificadas  
 y que  $h_{oe2}R_{L12} = h_{oe2}R_E \leq 0,1$

$$A_{i2} = \frac{I_o}{I_2} = A_{r12} = 1 + h_{ie2} \quad R_{i2} = \frac{V_2}{I_2} = R_{r12} = h_{ie2} + (1 + h_{ie2})R_E \approx (1 + h_{ie2})R_E$$

**Etapa de entrada (T1).**  
 $R_{L11} = R_2 \text{ (CC)} \uparrow \Rightarrow h_{oe1}R_{L11} > 0,1 \Rightarrow$  Modelo y expresiones exactas.

$$A_{r1} = \frac{I_o}{I_1} = A_{r11} = \frac{-h_{fe1}}{1 + h_{oe1}R_{L11}} \cdot \frac{1 + h_{ie1}}{1 + h_{oe1}R_E} \cdot \frac{1 + h_{ie1}}{1 + h_{oe1}(1 + h_{ie2})R_E} \Rightarrow A_{r1} = \frac{1 + h_{ie1}}{1 + h_{oe1}h_{ie2}R_E}$$

Se supone:  $h_{oe1}R_E \leq 0,1$

$$R_{i1} = \frac{V_1}{I_1} = R_{r11} = h_{ie1} + h_{ie1}A_{r11}R_{L11} \approx h_{ie1} + A_{r1}R_{i2} = \frac{(1 + h_{ie1})(1 + h_{ie2})R_E}{1 + h_{oe1}h_{ie2}R_E}$$

**Todo el montaje.**

$$R_i \approx R_{i1} = \frac{(1 + h_{ie1})(1 + h_{ie2})R_E}{1 + h_{oe1}h_{ie2}R_E} \quad A_i = \frac{I_o}{I_1} = \frac{I_o}{I_2} \cdot \frac{I_2}{I_1} = A_{i2}A_{r1} = \frac{(1 + h_{ie1})(1 + h_{ie2})}{1 + h_{oe1}h_{ie2}R_E}$$

Imagen 63 Formulario Teoría Darlington

Este formulario esta realizado como el de teoría BJT, con dos páginas. Será llamado desde el formulario configuración darlington apretando el boton de teoría.

### 3.1.15 FORMULARIO AMPLIFICADOR DIFERENCIAL

**AMPLIFICADOR DIFERENCIAL**

---

**Resistencias en  $\Omega$**

RE=       RC=

**Parámetros del transistor**

hie=       hfe=   
 hoe=       hre=

Introducir V1 y V2       Introducir Vd y Vc

V1=       V2=

**Salida Diferencial:**

$V_o =$

$R_{id} =$

$R_o =$

$R'_o =$

$\rho =$

**Salida Asimétrica:**

$V_o =$

$R_{ic} =$

$R_o =$

$R'_o =$

$\rho =$

TEORÍA

Imagen 64 Formulario Amplificador Diferencial

Este formulario es igual a los anteriores excepto en que se usa la herramienta *OptionButton* (Opción de botón) con esta herramienta nos permite seleccionar que valores queremos introducir, dependiendo la opción pulsada cambiarán las etiquetas de V1 y V2 a Vd y Vc, y los cálculos se harán los datos de entrada marcados en dicha herramienta.

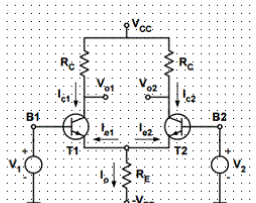
Este formulario tampoco tiene opciones de activación para quitar las resistencias.

### 3.1.16 FORMULARIO TEORIA AMP. DIFERENCIAL

TEORIA AMPLIFICADOR DIFERENCIAL

AMPLIFICADOR DIFERENCIAL (1) | AMPLIFICADOR DIFERENCIAL (2)

• ESTRUCTURA BÁSICA DEL AMPLIFICADOR DIFERENCIAL.



- Montaje simétrico.
- Dos etapas en E.C. con acoplamiento directo en el emisor.
- Señales de entrada  $V_1$  y  $V_2$ , se aplican en las bases.
- Señales de salida  $V_{o1}$  y  $V_{o2}$ , se toman en los colectores.

Salida diferencial o simétrica:  $V_o = V_{o2} - V_{o1}$   
 Salida asimétrica:  $V_o = V_{o2}$

• SALIDA DIFERENCIAL ( $V_o = V_{o2} - V_{o1}$ )

- Cálculo de  $A_d$  →  $V_1 = -V_2 = V_d/2 \Rightarrow V_c = 0 \Rightarrow A_d = V_o/V_d = (V_{o2} - V_{o1})/V_d$

$$A_d = \frac{V_o}{V_d} = \frac{V_{o2} - V_{o1}}{V_d} = \left( \frac{h_{fe}R_C}{2h_{ie}} \right) - \left( \frac{-h_{fe}R_C}{2h_{ie}} \right) = \frac{h_{fe}R_C}{h_{ie}}$$

- Cálculo de  $A_c$  →  $V_1 = V_2 = V_c \Rightarrow V_d = 0 \Rightarrow A_c = V_o/V_c = (V_{o2} - V_{o1})/V_c$

$$A_c = \frac{V_o}{V_c} = \frac{V_{o2} - V_{o1}}{V_c} = 0$$

**SALIDA DIFERENCIAL**  
 $V_o = V_{o2} - V_{o1} = A_d V_d + A_c V_c = A_d V_d = \frac{h_{fe}R_C}{h_{ie}} V_d$

**COMPORTAMIENTO**  
 IDEAL:  $V_o = f(V_d)$

Imagen 65 Formulario Teoría Amp. Diferencial

Este formulario está realizado al igual que el anterior formulario de teoría.

Será llamado desde el formulario amplificador diferencial apretando el boton de teoría.



### 3.1.17 FORMULARIO PUNTO Q

Este formulario será llamado desde todos los otros formularios en los que se calcula el punto Q: Emisor común, colector común, EC-EC, EC-CC y CC-EC.

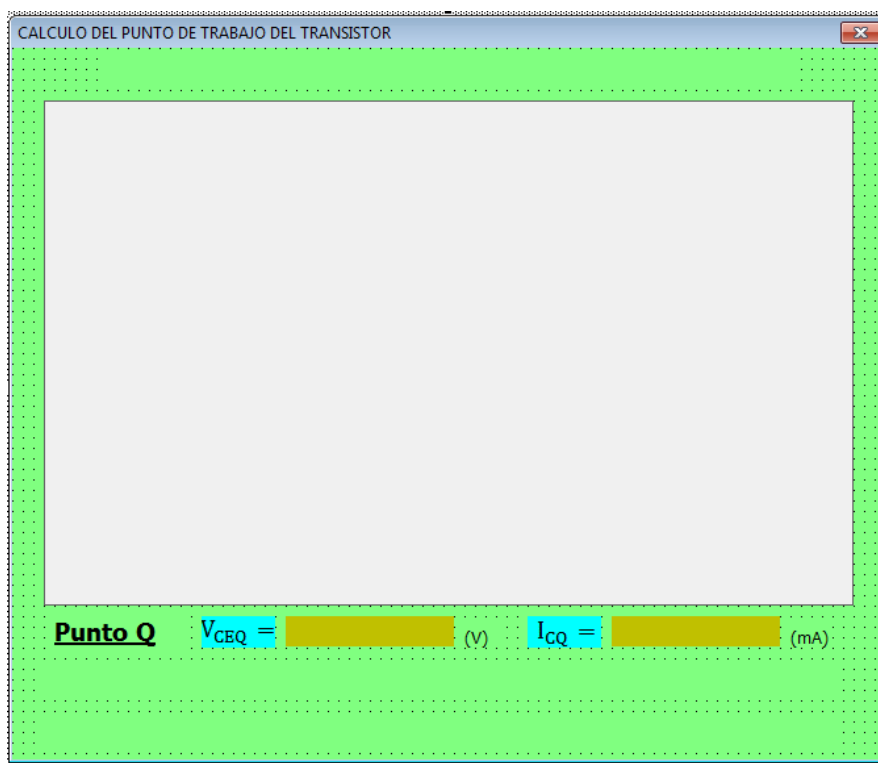


Imagen 66 Formulario punto Q

Este formulario es distinto a todos los anteriores, como vemos hay 4 zonas que están sin punteado, 3 vacías y en una pone Punto Q esas zonas son etiquetas (etiquetas) que dependiendo cual haya sido el formulario que ha llamado al formulario Punto Q pondrá un mensaje o otro. Las dos etiquetas de abajo son para poner avisos si algo no se está haciendo correctamente por lo que se tendrá que hacerlas caso. La etiqueta de arriba del todo pondrá el nombre del circuito desde el cual ha sido llamado el formulario, en la etiqueta que pone Punto Q si ha sido llamado desde un formulario con 2 transistores pondrá: PuntoQ1 o PuntoQ2 dependiendo cual se quiera calcular.

En el centro del formulario tendremos una imagen, esta imagen está asociada a dos gráficas que hay en dos hojas excel, de tal forma que si se quiere saber el punto Q de los transistores de una etapa o el punto Q1 de los de dos etapas iremos a la hoja de excel 1 y se mostrará esa imagen, si no iremos a la hoja de excel 2 y se mostrará la otra imagen.

Este formulario tiene un código que se activará con el evento Initialize.

Al iniciar el formulario Punto Q comprobará desde que circuito se le está llamando, mostrará los mensajes en las etiquetas y mostrará la imagen asociada, explicaré esto con un poco mas de detenimiento:

```
If estado = 1 Then 'Si estado 1 quiere decir que ha sido presionado el boton para calcular el T1
  Punto_Q.aviso4 = "Calculo Punto Q para transistor 1 en CC-EC"
  Punto_Q.vceq.Visible = True
  Punto_Q.vceq = ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c8")
  Punto_Q.icq.Visible = True
  Punto_Q.icq = ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d8")
  Punto_Q.vceq2.Visible = False
  Punto_Q.icq2.Visible = False
  Punto_Q.aviso3 = "Punto Q1"

If CC_EC.vcc.Text = Empty Then
  Punto_Q.aviso2 = "Para calcular el punto Q debes introducir una Vcc"

End If
|
'Guarda el gráfico como una imagen tipo GIF
' en misma carpeta donde tengo el archivo de excel
Set Grafico = Sheets("Hojal").ChartObjects(1).Chart
NombreArchivo = ThisWorkbook.Path & Application.PathSeparator & "temp.gif"
Grafico.Export Filename:=NombreArchivo, FilterName:="GIF"
'Muestra la imagen
Image1.Picture = LoadPicture (NombreArchivo)
```

*Imagen 67 Ejemplo Código asociado al formulario PuntoQ*

La imagen 67 muestra el código que se activará al abrir el formulario PuntoQ.

En este ejemplo es el código cuando el circuito abierto es el EC-CC, si el formulario EC-CC está visible quiere decir que el formulario Punto Q ha sido llamado desde el EC-CC, como dijimos antes los circuitos con dos transistores tienen dos botones de cálculo del punto Q, uno por cada transistor, ambos llevan al formulario puntoQ pero la diferencia es que si se pulsa el boton para el calculo del punto Q1 la variable global estado será 1 y si no será 2, Si estado 1 es que queremos el punto Q del transistor 1.

En la imagen 66 se ven dos etiquetas de color beis que será donde se muestre el punto Q calculado, en realidad no hay dos etiquetas, si no que hay 4. Dependiendo si se quiere calcular el punto Q1 o Q2 estarán visibles unas o otras, ya que se calculan mediante el procedimiento boton\_calcular las 4 a la vez pero solo se muestra la requerida.

Para mostrar o ocultarlas se hace como se muestra en la imagen 67, poniendo visible a True o a False.

Cuando el procedimiento boton\_calcular obtiene el punto Q lo envia a la hoja excel que es usada como memoria compartia entre los formularios y así este formulario cogerá el valor del punto Q de la hoja excel y la mostrará.

En la imagen 67 se ve que VCEQ está en la hoja 1 celda C8 y ICQ en la hoja 1 celda D8.

La última parte del código de la imagen 67 lo que hará será guardar la gráfica de la hoja de excel 1 como un GIF en la carpeta donde se encuentre el programa y cargarla en el formulario PuntoQ donde está la imagen.

Si estado fuera igual a dos es decir hubiera sido presionado el boton Q2 del formulario EC-CC los valores de VCEQ y ICQ sería cogidos de las celdas C8 y D8 pero en la hoja 2 y la grafica que se cargaría en el formulario sería la de la hoja 2.

### 3.1.18 FORMULARIO AVISO RE

Este formulario es llamado desde los *ToggleButton* (botón de activación) de las resistencia de emisor de los formularios con transistores BJT: Emisor comun, colector comun, EC-EC, EC-CC, CC-EC.

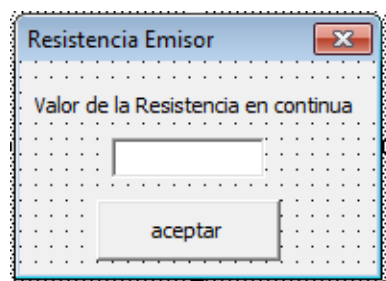


Imagen 68 Formulario AvisoRE

En este formulario se introducirá el valor de la resistencia emisor en continua,

Al pulsar aceptar el valor introducido irá a la hoja 1 de excel que como he dicho antes es usada como memoria compartida, este formulario aparece al pulsar el *toggleButton* de la resistencia de emisor, eso quiere decir que en los circuitos de dos etapas en los que se calcule punto Q: EC-EC, EC-CC y CC-EC habrá que distinguir cual es el *ToggleButton* que ha sido pulsado.

### 3.1.19 FORMULARIO INSTRUCCIONES

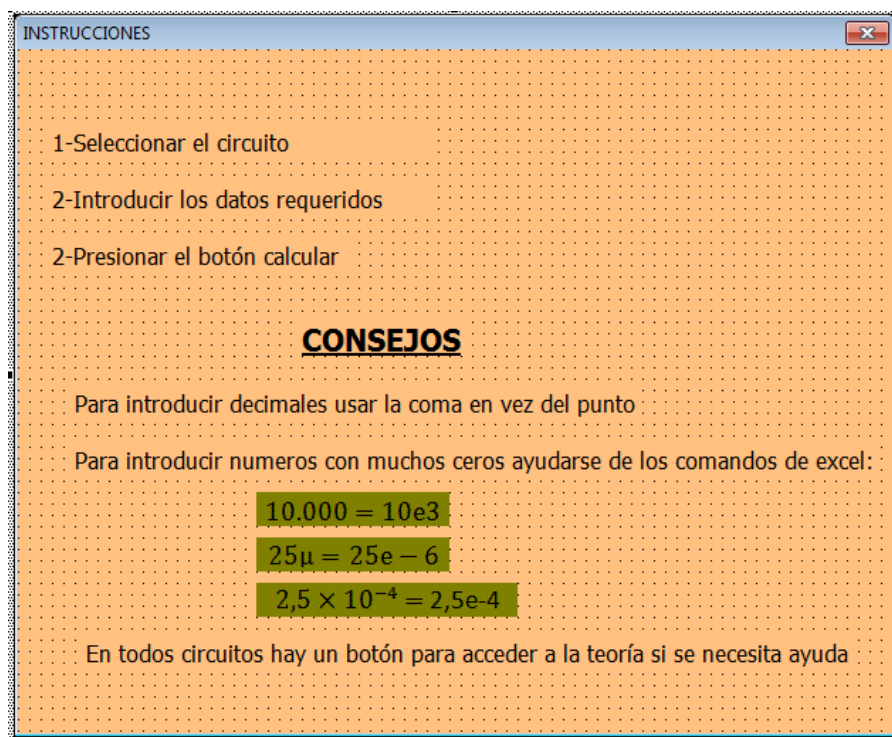


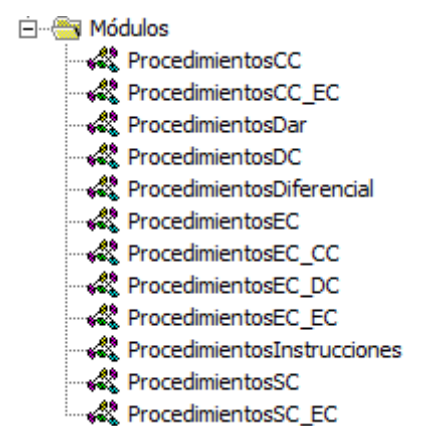
Imagen 69 Formulario Instrucciones

Este formulario contiene la información que sirve de instrucciones para el usuario está realizado con *Label* (etiquetas) excepto los tres recuadros que están en un color mas oscuro que debido a lo que se comento antes de que en los formularios no se permitía meter subíndices o superíndices están metido como imágenes, son una captura de pantalla de word.

## 3.2 MODULOS DE LA APLICACIÓN

Los módulos son tipos de referencia que encapsulan los elementos definidos en ellos. En cada módulo tenemos varios procedimientos.

Como dijimos en el capítulo 2 un procedimiento es un bloque de instrucciones de código que sirven para llevar a cabo alguna tarea específica, en nuestro caso los procedimientos llevan el código que permite funcionar a los formularios.



*Imagen 70 Módulos de la aplicación*

Cada procedimiento que se nombre en el presente trabajo estará escrito en cursiva y subrayado para hacer más cómoda la lectura, las variables de los procedimientos estarán escritas en cursiva.

Todos los módulos del trabajo tienen una misma estructura por lo que serán fáciles de entender, una vez visto uno.

Se explicará a continuación la estructura general y los rasgos generales y luego se irá especificando cada uno de ellos, contando sus características particulares.

Para salir de dudas o para una mejor comprensión se puede ir mirando a la vez con el anejo de la programación.

### 3.2.1 Estructura General

Como vemos en la imagen 70. Tenemos creados un módulo por cada uno de las configuraciones de amplificadores y otro a mayores para las instrucciones, Esta fue la forma más ordenada de realizar todos los procedimientos que se pensó.

Todo el proyecto está realizado de la manera más clara posible y de forma que cada procedimiento tenga un nombre intuitivo y explicativo de su función, A su vez todas las variables tienen la misma característica es decir que su nombre da a entender a lo que representa.

Dentro de cada modulo tenemos varios procedimientos, de ahí el nombre de los módulos, cada modulo tiene dentro todo el código que hace funcionar al formulario correspondiente.

Todos módulos tienen procedimientos similares, para no estar explicando en cada módulo lo mismo se explicará los procedimientos comunes y después se irán contando las peculiaridades.

Cada módulo tiene dos procedimientos llamados Lanzar. Lo que hace es que cuando se le llama saca por pantalla el formulario correspondiente.

Uno de esos procedimientos saca por pantalla el formulario del amplificador correspondiente y el otro sacará por pantalla la teoría añadida a dicho amplificador.

Otro de los procedimientos que todos módulos tienen es el de botoncalcular , este procedimiento es llamado cuando el usuario pulsa el botón calcular del formulario. Este procedimiento es el más importante de cada formulario, ya que es el que calcula una vez introducidos los datos de entrada, todo lo que se requiere de cada amplificador.

botoncalcular se explicará mas en detenimiento en cada módulo más adelante, pero se comentará ahora partes del código que siempre están en este procedimiento:

Siempre empieza con la declaración de las variables y una vez declaradas se comprueba que al usuario no se le ha olvidado introducir algún dato y se ha dejado algún campo vacío, de ser así se lo recuerda, como este procedimiento siempre empieza de esta manera para no ser repetitivo se omitirá en la explicación detallada de cada módulo.

Otra peculiaridad que se repite en todos los procedimientos botoncalcular es que a la hora de hacer el paralelo entre dos resistencias para que el

programa no se quede bloqueado se comprueba si ambas resistencias no son infinito, cuando son infinito introduzco en la variable un 0 por eso se comprueba si son 0, si fuera así, el valor del paralelo es 0, Si ambas resistencias no son cero, se comprueba si una de ellas lo es, de serlo el valor del paralelo es igual al de la resistencia que no es cero. Tal y como se muestra en la siguiente imagen.

```
'Comprobacion que RCM nos de bien (este RCM es paralelo de RC con R de Realimentación)
If valorRC = 0 And valorR = 0 Then
    valorRCM = 0
Else
    valorRCM = ((valorRC * valorR) / (valorRC + valorR))
    If valorRC = 0 Then valorRCM = valorR
    If valorR = 0 Then valorRCM = valorRC
End If
```

*Imagen 71 Comprobación en el código de un paralelo entre resistencias*

En la explicación del procedimiento a esto lo llamaremos simplemente hacer el paralelo.

Todos los procedimientos botoncalcular tiene debajo de la declaración de variables la siguiente instrucción: On Error Resume Next

Y antes de finalizar el procedimiento: On Error GoTo 0

**On error** es la instrucción que nos permitirá el control de los diversos errores que se pueden producir en las macros de excel.

**On Error Resume Next** :Lo que hace es que si se detecta un error este es omitido pasando a la siguiente instrucción, evitando así que se quede el programa pillado.

**On Error GoTo 0** : Se usa para desactivar el control de errores una vez usado On Error Resume Next

Los cálculos realizados en el botoncalcular de cada módulo, están realizados con las fórmulas contadas en el capítulo de estudio de los amplificadores por lo que no se volverán a repetir dichas fórmulas, ni a explicar dichos cálculos.

Otro de los procedimientos que todos los módulos tienen es el de Limpiarrecuadros, este procedimiento es llamado cuando se pulsa el botón limpiar campos y lo que hace es vaciar cada uno de los recuadros del formulario, tanto las cajas de texto donde el usuario introduce los datos (textbox) del amplificador como las etiquetas (label) donde el programa escribe los cálculos realizados. Vacía los campos y deja el formulario igual que al entrar a él, sin ningún dato.

Dependiendo de si el formulario tiene botones de activación(togglebutton) o no les tiene, su correspondiente módulo tendrá estos procedimientos de los que hablaré a continuación o no.

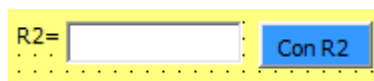


Imagen 72 Togglebutton (botón de activación)

Estos procedimientos se llaman botón+(nombre de la resistencia situada a su lado), en el caso de la imagen 72 sería botónR2. En los módulos correspondientes a los formularios que existan dichos botones habrá un procedimiento por cada resistencia de dicho formulario, es decir un botón por cada resistencia del circuito amplificador que estemos.

La función de estos procedimientos es que si el usuario no quiere que aparezca una de las resistencias a la hora de hacer los cálculos pulse el botón.

El botón, al abrir el formulario aparece con el texto "Con( Nombre de la resistencia)" como vemos en la imagen 72 "Con R2"

La estructura de todos estos procedimientos botón son iguales solo cambia el nombre del botón, y es la siguiente:

```
Sub botonR2 ()
  If Ecomun.ToggleButtonR2 = True Then
    Ecomun.R2.Text = "infinito"
    Ecomun.ToggleButtonR2.Caption = "Sin R2"
  End If
  If Ecomun.ToggleButtonR2 = False Then
    Ecomun.R2.Text = ""
    Ecomun.ToggleButtonR2.Caption = "Con R2"
  End If
End Sub
```

Imagen 73 Estructura en código Procedimiento botón activación

Primero comprueba si el botón de activación está activado o no, si está activado, es decir es TRUE introduce en la caja de texto "infinito" ( que es lo equivalente a que no exista dicha resistencia, un valor enormemente grande que no permita pasar la intensidad) o "cero" (si en vez de quitarla queremos un cortocircuito) y cambia el texto del botón a "Sin (Nombre de la resistencia)" en nuestro ejemplo de la imagen 72 sería "Sin R2"

Si el botón de activación no está activado, es decir es False, la caja de texto estará en blanco y en el botón pondrá "Con (Nombre de la resistencia)".



Con esto se ha explicado lo que tienen en común los procedimientos ahora se explicará cada modulo por separado, centrándonos en el botoncalcular que es el que contiene el importante y ademas los otros procedimientos han sido ya explicados en este apartado 3.2.1 ESTRUCTURA GENERAL.

### 3.2.2 MÓDULO EMISOR COMÚN

Como hemos mencionado, nos centraremos en el botoncalcular.

En este modulo después de la declaración de variables y comprobación de los campos, comprobamos la caja de texto RL no ha sido dejada vacia por el usuario o que no ha sido pulsado el botón de activación y pone "infinito", ya que en el Emisor Común la intensidad de salida (Io) pasa por RL por lo que es necesaria para los cálculos, si está vacío el campo o pone infinito saldrá un mensaje donde se explica porque no dejarlo en blanco y donde muestro que posiblemente la opción que el usuario busca sea dejar RC en blanco. Ya que RL es la carga del amplificador.

Si todo está correcto se introduce en sus variables los parámetros del transistor introducidos por el usuario y también se introducen en las variables de las resistencias el valor que las ha dado el usuario, si el usuario a pulsado el botón de activación introduciré en las resistencias el valor 0, porque aunque teóricamente si se quiere quitar una resistencia su valor sería infinito a la hora de meter los datos en las fórmulas se introduce el 0, para omitirlas. Esto se muestra en la siguiente imagen.

```
If Ecomun.Rs.Text = "infinito" Then
    valorRS = 0
Else
    valorRS = Ecomun.Rs.Text
End If
```

*Imagen 74 Comprobación si ha sido pulsado el botón activación*

La resistencia RE del emisor común no podría quitarse ya que el transistor no tendría el emisor unido a tierra, por lo que si pulsamos el botón de activación de RE en vez "infinito" pondrá el valor "Cero" aunque a efectos de cálculo en la variable del procedimiento se introducirá el valor cero como antes he explicado.

A continuación hago el paralelo de RC con RM2 que es lo que pasa de la R de miller a la carga, en caso de existir claro, y lo almaceno en una variable *valorRCM*. Después hago el paralelo de la resistencia R1 y R2 y lo almaceno en *valorR12* y también hago el paralelo de *valorRCM* con la RL y lo almaceno en *valorRLC*.

Compruebo si se puede utilizar el método aproximado para este transistor y de ser así calculo sus características por el método aproximado, si no se pudiera lo calcularía por el método exacto :

Una vez calculado esto, cálculo las características de la etapa entera.

Después de calcular las características de la etapa entera, se calcula el punto Q, se utilizan las ecuaciones explicadas en el capítulo de estudio de los amplificadores y obtenemos  $V_{ceq}$  y  $I_{cq}$ , es decir el punto Q.

```
If Ecomun.RE.Text = "Cero" Then
    valorRE = ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c16")
End If
```

*Imagen 75 Ejemplo del código de la resistencia emisor comun*

Como vemos en la imagen 75 para calcular el punto Q primero se comprueba si el botón de activación de la resistencia de emisor común ha sido pulsado, si ha sido pulsado en el textbox pondrá "Cero" y en el momento de pulsarlo habrá saltado el formulario AvisoRE y nos habrá introducido el valor de RE en continua en una casilla de la hoja 1 de excel, con esto lo que hacemos es a partir de este momento si ha sido pulsado el botón de activación el *valorRE* cambia y para el cálculo del punto Q será el que este en la hoja de excel1.

Como tenemos la ecuación de la recta hacemos  $v_{ceq}$  y  $i_{cq}$  0 así obtendremos los puntos de corte del eje x y del eje y, introducimos los 3 puntos en la hoja 1 de excel, en dicha hoja hay una gráfica configurada para coger estos tres puntos y darnos la recta de carga en continua.

A continuación se hará lo mismo con la recta de carga de alterna, tenemos la pendiente y tenemos el punto Q, para tener 3 puntos como en la recta de carga de continua lo que se hace es crear otro punto a la izquierda del punto Q para ello se hace que la X de ese punto sea  $X = V_{ceq} - V_{ceq}/2$ . y con esa x lo introduzco en la ecuación de la recta de alterna y me saca la y, al igual que antes se llevará los 3 puntos (6 coordenadas en total, 3 coordenadas x y 3 coordenadas y) a la hoja 1 de excel.

Con esto tendremos la gráfica con las dos rectas ya creada y como se explico en el formulario del punto Q, al abrirse dicho formulario se mostrara.

Después se calcula el margen dinámico tal y como se conto en teoría.

Cerraríamos el procedimiento *botoncalcular*.

Como en el formulario al que este módulo hace referencia si tiene botones de activación, tendrá un procedimiento *boton+(nombre de la resistencia situada a su lado)* por cada resistencia.

### **3.2.3 MODULO COLECTOR COMUN**

Dentro del procedimiento *botoncalcular* tenemos:

Una vez declarada las variables y su comprobación al igual que en el emisor común, comprobamos que RL está siendo usada y a mayores comprobamos RE, ya que para el colector común no existe posibilidad de que ese campo esté vacío o esa resistencia quitada.

Introduzco los valores de las resistencias y cálculo los valores de los parámetros en colector común a partir de los de emisor común y los introduzco ambos en sus respectivas variables.

Después hago el paralelo de R1 con R2 y lo almaceno en *valorR12* y el paralelo de RL y RE y lo almaceno en *valorRLE*

Compruebo si se puede utilizar el método aproximado o no y como en el emisor común calculo las características del cuadripolo y después las del amplificador en total.

De igual manera que en el emisor común se calcula el punto Q y el margen dinámico.

Una vez cerrado el procedimiento *botoncalcular*

Como en el formulario al que este módulo hace referencia si tiene botones de activación tendrá un procedimiento *boton+(nombre de la resistencia situada a su lado)* por cada resistencia.

### **3.2.3 MÓDULO SURTIDOR COMÚN Y MODULO DRENADOR COMUN**

Estos módulos son los más sencillos y dadas sus semejanzas se explicarán a la vez.

Dentro del procedimiento *botoncalcular* tenemos:

Después de la declaración de variables y comprobación que al usuario no se le ha olvidado introducir ningún dato, introducimos los parámetros del

transistor a las variables internas, y como en el caso del emisor común comprobamos si el usuario ha pulsado o no el botón de activación.

Y se hacen los paralelos necesarios para calcular las características del amplificador y se calculan de la forma vista en el capítulo 1.

Se cierra el procedimiento *botoncalcular*.

Como en el formulario al que este módulo hace referencia si tiene botones de activación tendrá un procedimiento *boton+(nombre de la resistencia situada a su lado)* por cada resistencia.

### **3.2.4 MODULO EC-EC, MODULO EC-CC Y MODULO CC-EC**

Vistos los módulos de los amplificadores con un solo transistor estos amplificadores de varios transistores serán de la misma forma pero calculando ambos transistores por separado y luego en conjunto como se vio en el capítulo 1 de estudio de los amplificadores.

Siempre se empieza por el Transistor 2.

También se realizará de la misma forma que en los amplificadores de un transistor BJT el cálculo del punto Q, en este caso como hay dos transistores y dos puntos Q, el cálculo del punto Q1 se hará como se conto en el emisor común y el del punto Q2 se realizara de manera identica pero en la hoja de excel 2 donde hay una gráfica identica a la de la hoja 1.

Para el cálculo del margen dinámico se realizará de la forma contada en el capítulo 1 para amplificadores de varias etapas.

Una vez cerrado el *botóncalcular*, como en los casos anteriores estarán los procedimientos de los botones de activación como lo mostrado en la imagen 67, pero uno por cada resistencia.

### **3.2.4 MODULO SC-EC, MODULO EC-DC**

Estos módulos son un poco más simples que los anteriores ya que, la configuración surtidor común y la de drenador común solo tienen una forma de calcular las características de sus transistores y te ahorras el poner las distintas posibilidades de método aproximado o exacto que si estaban en los módulos anteriores.

Pero salvando esa diferencia los módulos son del mismo estilo a lo anterior.

### 3.2.5 MODULO DARLINGTON

Dentro del botóncalcular de este módulo

Después de la declaración de variables y comprobación de que no hay casillas en blanco por parte del usuario, introducimos los parámetros de los dos transistores en sus respectivas variables.

Como la configuración Darlington se calcula como dos transistores en colector común, pasaremos primero los parámetros por el usuario en emisor común al colector común.

Se calculará como se dijo en el Capítulo 1 como dos Colectores comunes comprobando si se puede o no usar el método aproximado.

En este módulo después del procedimiento botóncalcular no existirán los procedimientos de los botones de activación ya que en el formulario asociado a este módulo no existen dichos botones.

### 3.2.6 MODULO DIFERENCIAL

Dentro del procedimiento botoncalcular:

Igual que en todos los casos se declaran las variables, se comprueba que no hay casillas en blanco, se introducen los parámetros en las variables y se realizan los cálculos.

Una peculiaridad es que como vimos en su respectivo formulario, existe la posibilidad de introducir o los valores V1 y V2 o los valores Vd y Vc

Esto en el código se resuelve de la siguiente forma:

```
If Diferencial.OptionButton1 = True Then
    valorv1 = Diferencial.v1.Text
    valorv2 = Diferencial.v2.Text

    vd = valorv1 - valorv2

    vc = (valorv1 + valorv2) / 2
End If

If Diferencial.OptionButton2 = True Then
    vd = Diferencial.v1.Text
    vc = Diferencial.v2.Text
End If
```

*Imagen 76 Programación de los OptionButton (boton de opcion)*

Si el *OptionButton* de V1 y V2 esta pulsado, se calculan el Vd y el Vc si por el contrario está pulsado el *OptionButton* de Vd y Vc ya el usuario introduce Vd y Vc por lo que no hay que calcularlo.

Cuando un *OptionButton* está pulsado su estado es TRUE y cuando no está pulsado es FALSE por lo que así podemos detectar cual esta pulsado como se ve en la imagen 69.

### **3.2.6 MODULO INSTRUCCIONES**

Este modulo solo tiene un procedimiento Lanzar que cuando alguien pulse el botón instrucciones activará el formulario Instrucciones.

Se quiso crear un modulo para esto aunque solo tuviera un procedimiento ya que se pensó que era la manera más ordenada de proceder.

# CAPITULO 4: FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA

En este capítulo se explicara cómo funciona la aplicación creada y se irá mostrando con imágenes. Se mostrarán las peculiaridades que se han explicado a lo largo de los capítulos anteriores y se verán algunos ejemplos de uso.

## 4.1 ARRANCAR LA APLICACIÓN

Una vez que tenemos el archivo del programa y le pulsamos nos saldrá lo siguiente

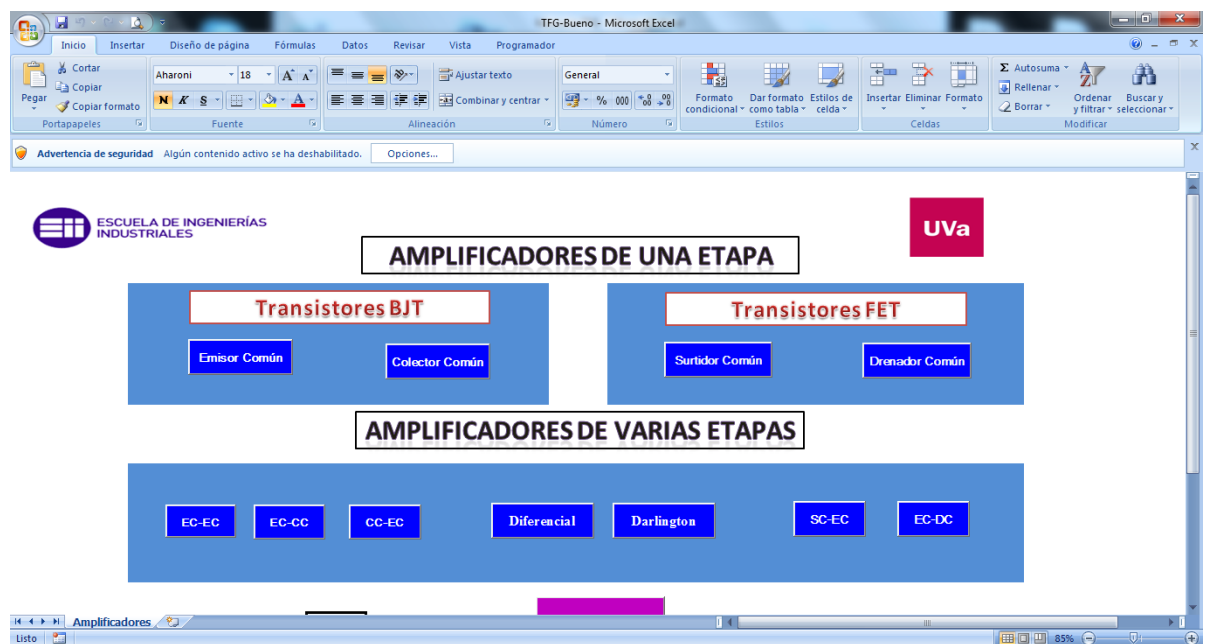


Imagen 77 Inicio Programa con macros desactivadas

Como vemos en la imagen 77 debajo de la barra de herramientas de excel nos aparece una Advertencia de seguridad con un botón de Opciones, esta advertencia es debido a que no están habilitados los controles de Active X, si pulsamos en el botón de Opciones aparecerá la siguiente Advertencia:

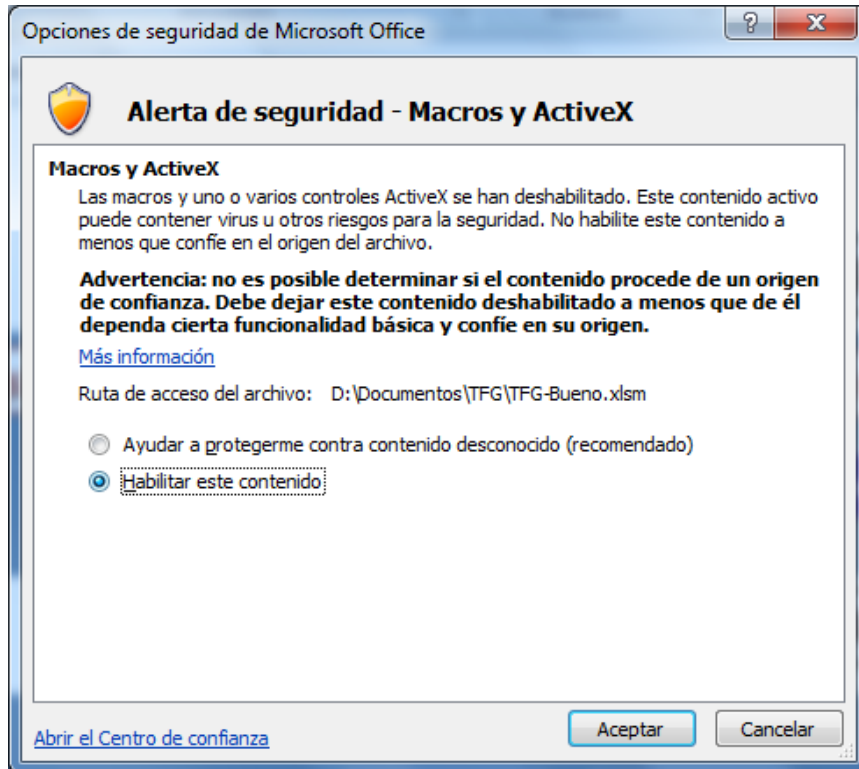


Imagen 78 Advertencia Seguridad Excel

Pinchamos en la opción habilitar este contenido y pulsamos a aceptar y ya estaría el programa listo para usarse.

Otra opción para no tener que estar haciendo esto cada vez es habilitar los las macros, eso se hace de la siguiente manera:

Pulsamos en el botón Office que se ve en la imagen 79.



Imagen 79 boton Office

y pulsamos en Opciones de Excel que aparece en la parte de abajo.

Una vez en Opciones de Excel nos vamos al apartado de Centro de confianza.



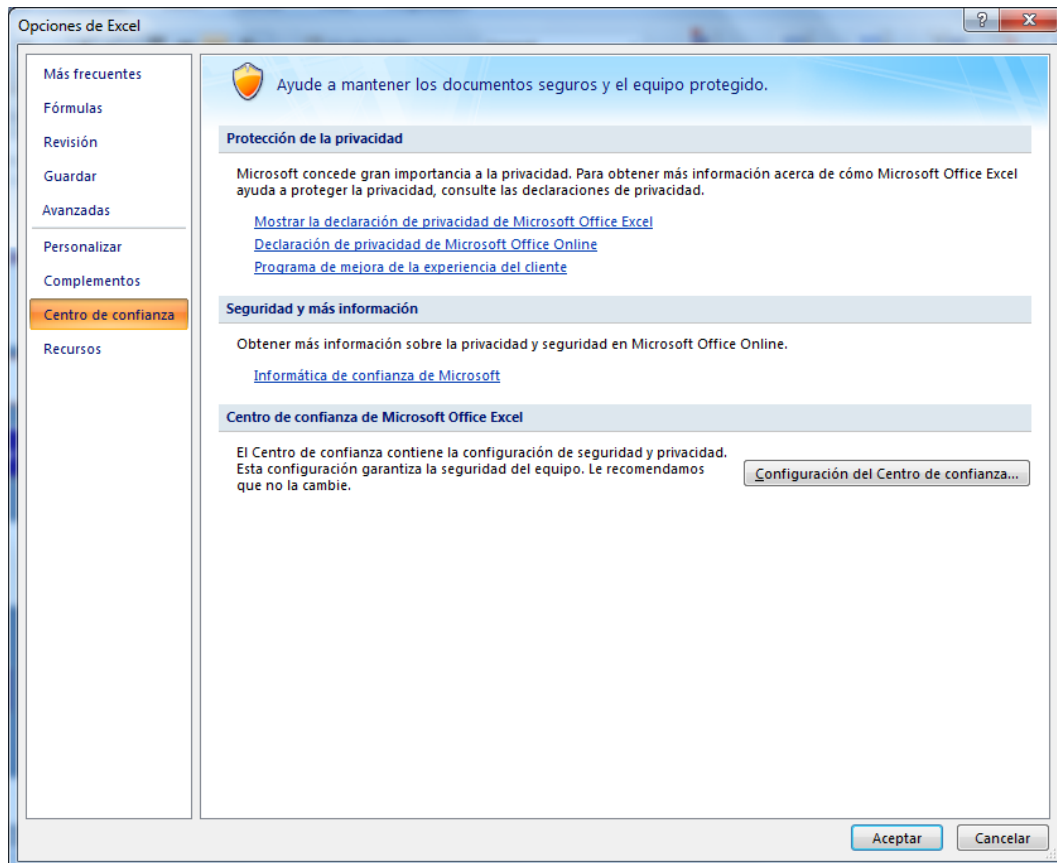


Imagen 80 Opciones de Excel

Pulsamos en Configuración del Centro de confianza.

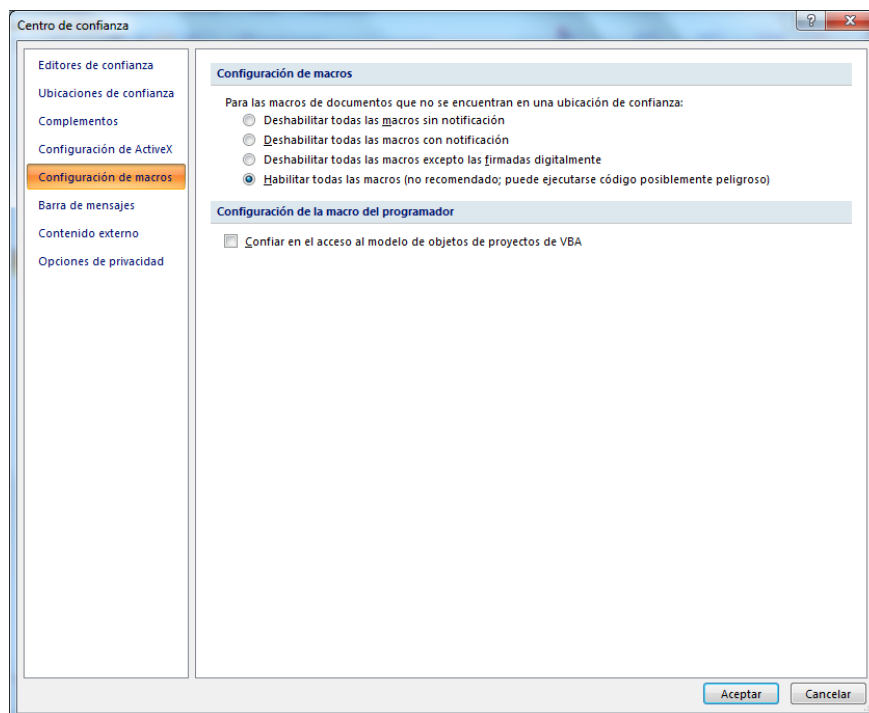


Imagen 81 Centro confianza Excel

Nos vamos al apartado Configuración de macros y como se ve en la imagen 81 pulsamos la opción habilitar todas las macros. Presionamos aceptar y ya estaría.

De esta forma no nos molestaría ese mensaje cada vez que entremos a la aplicación.

Una vez realizado lo contado en cualquiera de las dos opciones la pantalla será la siguiente:



*Imagen 82 Inicio del programa con Macros activadas*

Como vemos en la imagen 82 en una sola pantalla vemos todas las configuraciones que se han realizado.

Se ven los logotipos de la Escuela de Ingenierías Industriales y de la UVA.

Como se ve está agrupado de la misma forma que el capítulo 2, amplificadores de una etapa o de varias etapas y dentro de los de una etapa transistores BJT y transistores FET.

Al pulsar cualquiera de los botones que se muestran nos llevará a una pantalla como la mostrada en el capítulo 3.1 de formularios.

El programa está protegido de tal forma que solo puedan realizar cambios en su diseño las personas que tengan la clave.

Se aconseja que antes de empezar a utilizar el programa se lean las instrucciones ya que pueden venir muy bien y ayudar a los usuarios.

## 4.2 PECULIARIDADES

En este apartado se mostrarán detalles que se han ido comentando a lo largo de los capítulos anteriores acompañados de las imágenes de la aplicación.

### BOTÓN DE ACTIVACIÓN TOGGLEBUTTON

Se mostrará a continuación como queda este botón y lo que sucede al pulsarlo.

Tomaremos como ejemplo el emisor común ya que es bastante completo.

Imagen 83 Ejemplo 1 botón de activación

Como vemos en la imagen 83, tenemos los datos introducidos, excepto las resistencias R, RC y RE que no queremos tenerlas, ya que nuestro problema a resolver no las tiene, en ese caso presionamos el botón de activación de cada una de ellas.

Al presionar el botón de activación de la resistencia RE nos saldrá el formulario Aviso RE.

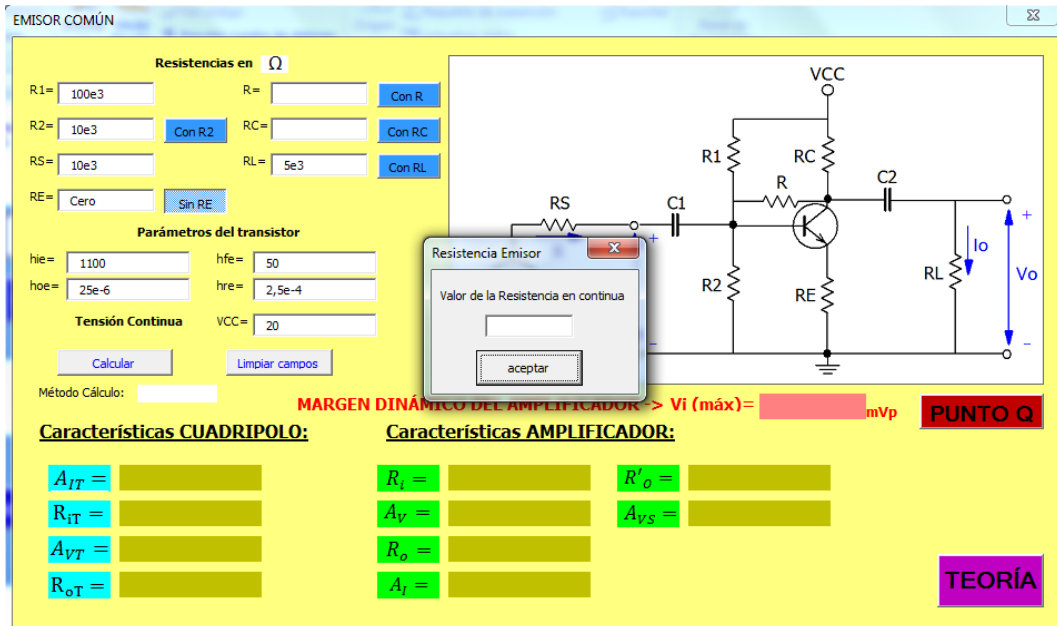


Imagen 84 Ejemplo botón activación RE

Introducimos el valor que tiene la resistencia cortocircuitada por el condensador y pulsamos aceptar, ese valor podría ser 0.

Presionamos el boton de activación del resto de resistencias que no queremos que aparezcan (R y RC)

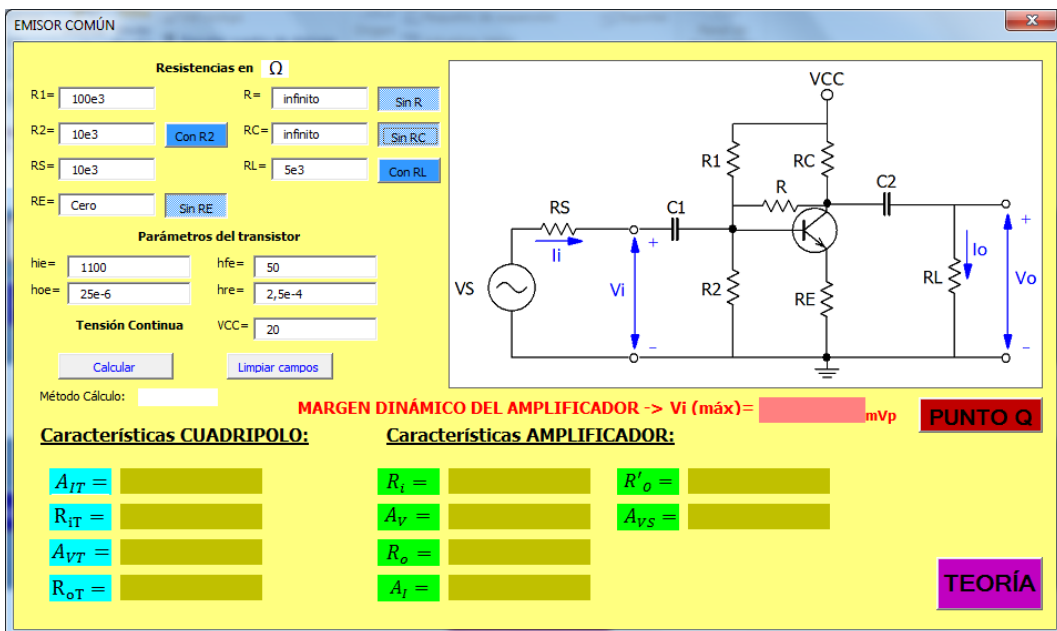


Imagen 85 Ejemplo 2 botón de activación

Como vemos en la imagen 85 al presionar los botones estos cambian de color y muestran las palabras "Sin RX" en vez de lo que ponía previamente "Con RX"

También dentro del cuadro de introducir texto añaden o infinito o cero.

Añadirá infinito cuando se quiere que dicha resistencia desaparezca al ser su valor infinito no pasaría intensidad y sería como si se abriera el circuito, por el contrario hay resistencias que no nos conviene que sean infinito ya que no queremos abrir el circuito por esa parte si no lo que queremos es cortocircuitarlas, en ese pondrá en el cuadro de introducción de datos que su valor es cero.

## MENSAJES DE ADVERTENCIA

A continuación mostraremos que sucede si cometemos algún error a la hora de introducir datos, como vemos en la imagen 86, nos faltan datos de introducir, es decir hay casillas de introducción de datos en blanco, si pasara esto, que se nos olvidara introducir un valor, al pulsar calcular saldría el siguiente mensaje:

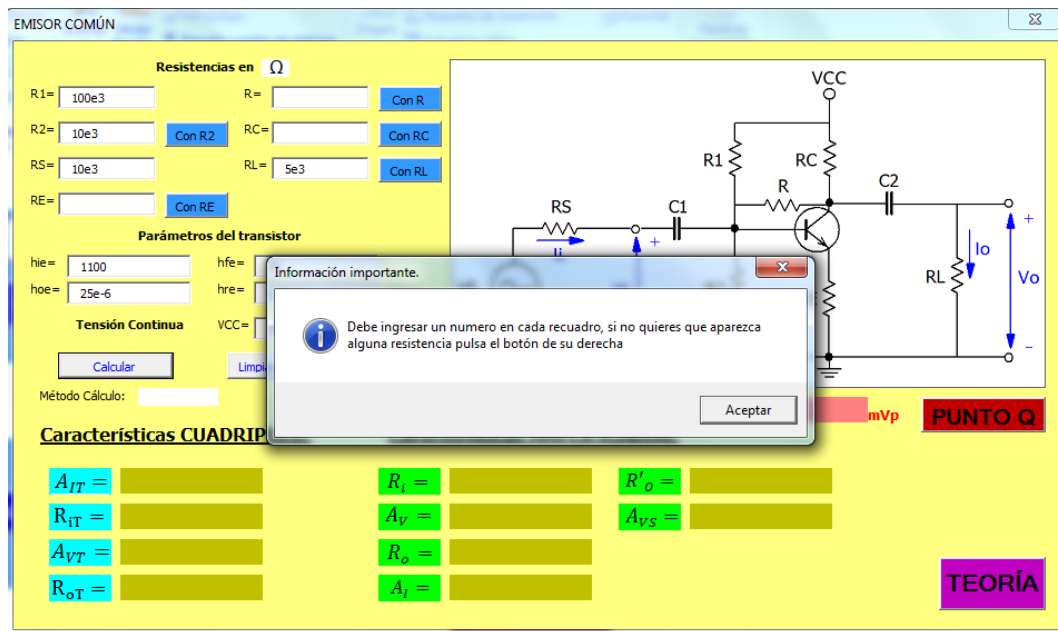


Imagen 86 Ejemplo Mensaje Advertencia 1 Emisor común

En el mensaje de advertencia como se ve en la imagen 83 nos recuerda que se nos ha olvidado introducir algún dato, en caso de que no se nos haya olvidado y lo que queremos es que no aparezca la resistencia tendremos que pulsar el botón de activación.

Otra de las posibles causas de que aparezca un mensaje de advertencia es que pulsemos el botón de activación de una de las resistencias imprescindibles del circuito, por ejemplo en el emisor común la intensidad  $I_o$  pasa por la resistencia  $R_L$  por lo que la resistencia  $R_L$  es imprescindible para el cálculo de las ganancias, en ese caso nos mostrará un mensaje diciendo

que está resistencia es imprescindible y nos aconsejará una posible solución como se verá a continuación:

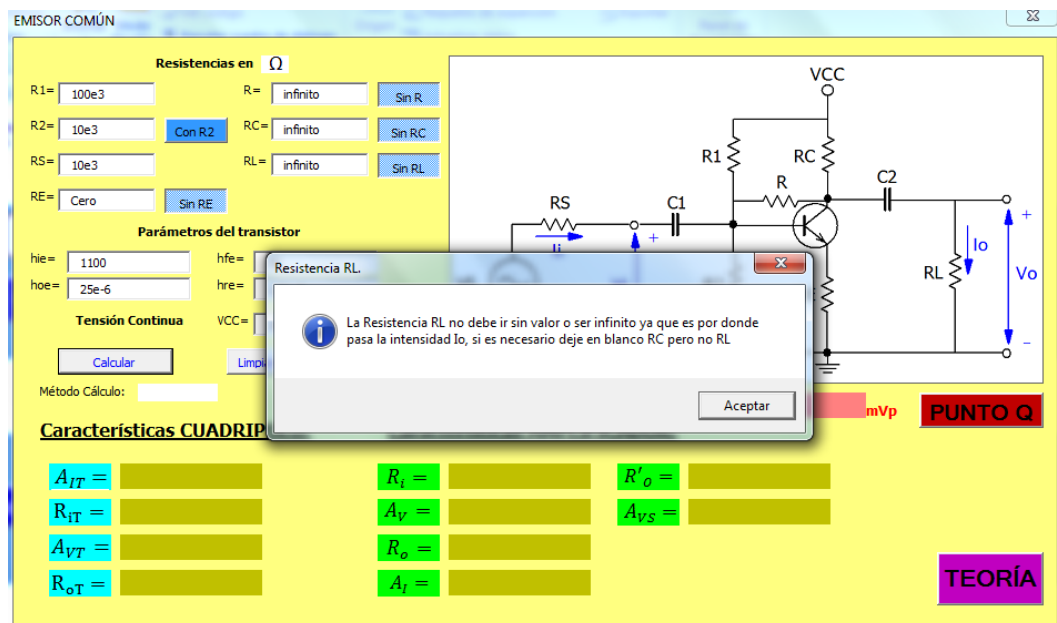


Imagen 87 Ejemplo Mensaje de advertencia 2 Emisor común

Como vemos en la imagen 87, la solución para este ejemplo, es que el usuario en vez de introducir el valor de la resistencia  $R_C$  y quitar  $R_L$  tendrá que hacerlo al revés, introducir  $R_L$  y quitar  $R_C$ .

Esto se ha querido hacer así para hacer énfasis en que la intensidad  $I_o$  pasa por  $R_L$  y que el usuario se dé cuenta de ello, y que en el caso de introducir  $R_C$  y  $R_L$  la  $I_o$  seguirá pasando por  $R_L$  y no por el paralelo de  $R_C$  y  $R_L$  como podría pensarse.

Esto mismo pasará con la resistencia  $R_L$  del colector común.

Esto sucederá de la misma manera en los circuitos de varias etapas.

## 4.3 EJEMPLOS DE USO

A continuación se mostrarán ejemplos de uso de la aplicación con datos y como esta puede sernos de utilidad.

### 4.3.1 Problema Emisor Común

EMISOR COMÚN

Resistencias en  $\Omega$

R1= 100e3 R= infinito Sin R  
R2= 10e3 Con R2 RC= 1e3 Con RC  
RS= 10e3 Con RS RL= 1e3 Con RL  
RE= Cero Sin RE

Parámetros del transistor

hie= 1100 hfe= 50  
hoe= 25e-6 hre= 2,5e-4  
Tensión Continua VCC= 20

Calcular Limpiar campos

Método Cálculo: APROXIMADO

MARGEN DINAMICO DEL AMPLIFICADOR ->  $V_i$  (máx)= 48,1 mVp **PUNTO Q**

**Características CUADRIPOLO:**

$A_{IT}$	-50
$R_{iT}$	1100
$A_{VT}$	-22,72727
$R_{oT}$	infinito

**Características AMPLIFICADOR:**

$R_i$	981,2667	$R'_o$	500
$A_V$	-22,72727	$A_{VS}$	-2,030869
$R_o$	1000		
$A_I$	-22,30152		

**TEORÍA**

Imagen 88 Ejemplo 1 problema tipo Emisor Común

Como vemos en la imagen 88 una vez introducidos los datos y presionado el botón calcular obtenemos los resultados de las características del cuadripolo y del amplificador, en el ejemplo de la imagen 88 vemos que ha sido calculado por el método aproximado.

Si presionamos en el Punto Q nos mostrará el trabajo del transistor, poniendo RE con un valor de 330 $\Omega$  sale:

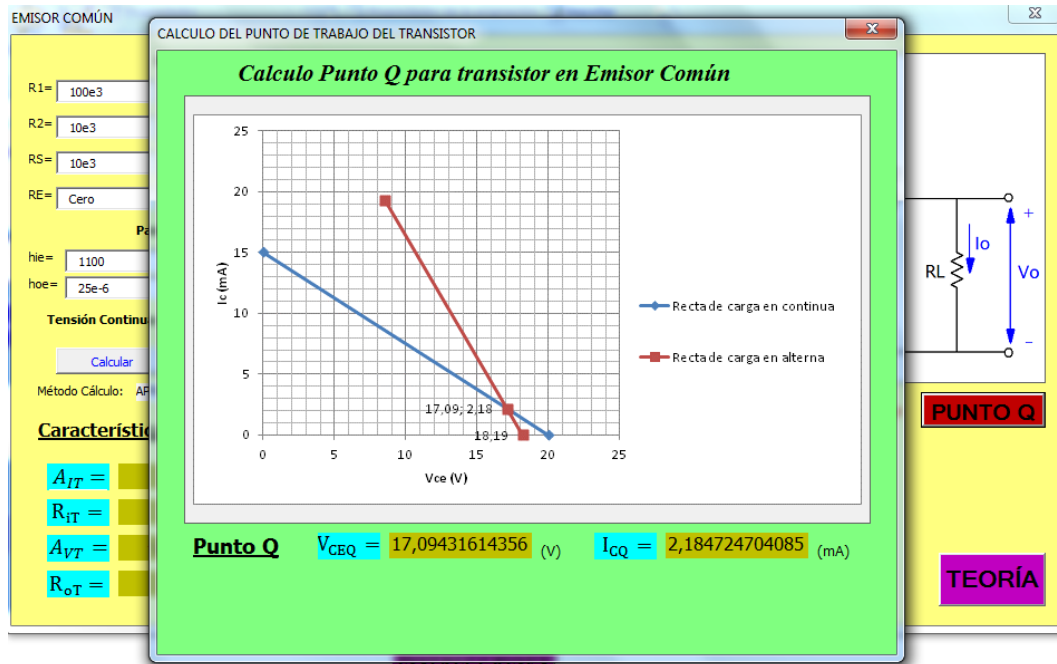


Imagen 89 calculo Punto Q del emisor común

Nos muestra el mensaje de en que circuito estamos y nos calcula las rectas de alterna y continua. También como vemos en la imagen 88 nos da el margen dinámico

Si una vez obtenidos los datos queremos comprobar como varían las soluciones cambiando parámetros de entrada solo tenemos que comprobar dicho dato, por ejemplo como varia el emisor común de no tener RE como se ve en la imagen 88 a tener RE como se ve en la imagen 89.

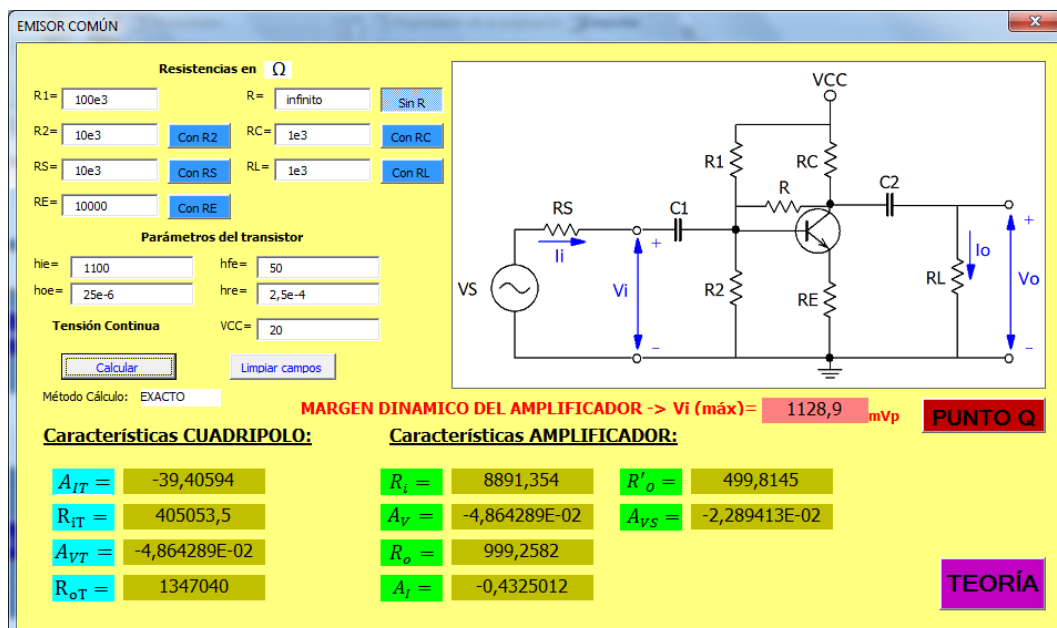


Imagen 90 Introducción de RE del ejemplo 1 de problema tipo EC



Como vemos en muy poco tiempo y esfuerzo podemos comprobar cómo cambian todos los parámetros, en vez de la solución tradicional que sería volver a realizar todo el ejercicio a mano.

En esta imagen se ve como ahora debido al cambio en RE los calculos son realizados por el método aproximado

Esto mismo podría hacerse aumentando la carga RL y observando los cambios, disminuyéndola etc...

A continuación mostraremos otro ejemplo usando la resistencia de realimentación.

EMISOR COMÚN

Resistencias en  $\Omega$

R1= 100e3 R= 200e3 Con R

R2= infinito Sin R2 RC= infinito Sin RC

RS= infinito Sin RS RL= 1e3 Con RL

RE= Cero Sin RE

Parámetros del transistor

hie= 1100 hfe= 50

hoe= 25e-6 hre= 2,5e-4

Tensión Continua VCC=

Calcular Limpiar campos

Método Cálculo: APROXIMADO

MARGEN DINAMICO DEL AMPLIFICADOR ->  $V_i$  (máx)= -7,7 mvp PUNTO Q

Características CUADRIPOLLO:

$A_{IT}$  = -50

$R_{IT}$  = 1100

$A_{VT}$  = -45,2284

$R_{oT}$  = infinito

Características AMPLIFICADOR:

$R_i$  = 869,3891

$A_v$  = -45,2284

$R_o$  = 200000

$A_i$  = -39,32108

$R'_o$  = 995,0249

$A_{vS}$  = -45,2284

TEORÍA

Imagen 91 Ejemplo 2 de Emisor Común con Resistencia de Miller

En este ejemplo vemos que el margen dinámico nos da negativo lo cual no tiene sentido pero es debido a que no hay valor en el campo VCC y además no se puede realizar el cálculo del punto Q y del margen dinámico cuando hay resistencia de Miller. Si pinchamos el punto Q en este momento, como vemos en la imagen 92 nos sale una gráfica que no tiene sentido y dos mensajes de aviso, uno de que no se puede calcular con la resistencia R (resistencia de Miller) y el otro de que para calcular el punto Q debes introducir una VCC, estos mensajes son independientes y cada uno saldría cuando no se cumpliera su condición. Con esto se quiere mostrar que si se quiere se puede calcular con esta aplicación el punto Q y si solo se quiere calcular los parámetros del amplificador se puede.

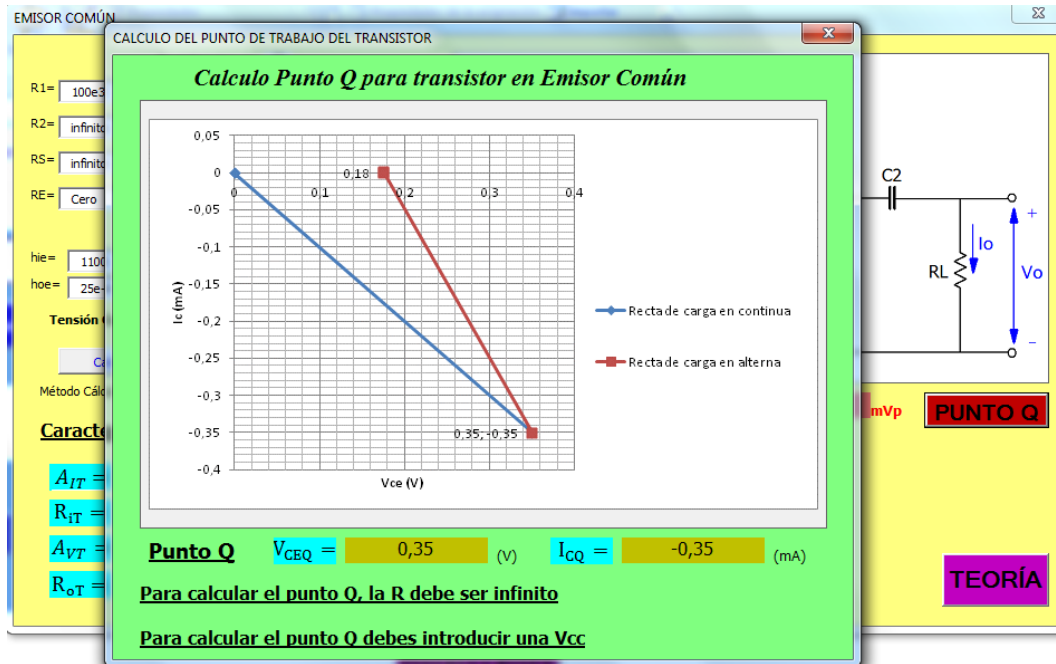


Imagen 92 Punto Q mensajes de aviso

### 4.3.2 Problemas Amplificadores Varias Etapas

A continuación se mostrará un ejemplo de uso del Emisor común-colector común.

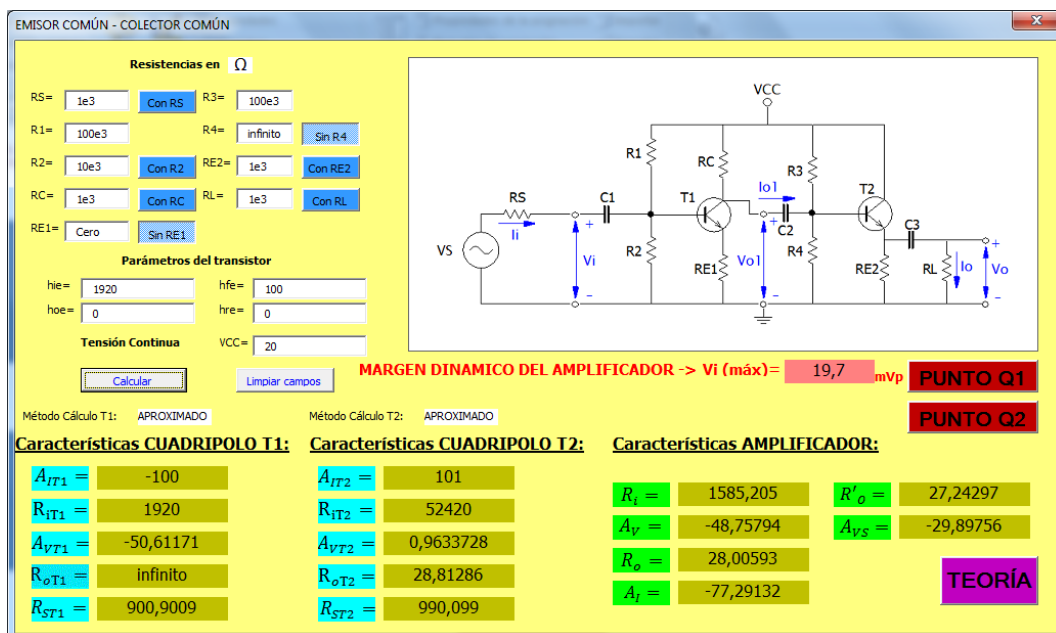


Imagen 93 Ejemplo EC-CC

Vemos que este es un problema más completo, en este ejemplo ambos transistores son calculados por el método aproximado pero podrían ser ambos por el exacto o uno por el exacto y otro por el aproximado dependiendo de si cumplen o no los requisitos.

Vemos en la imagen 93 el margen dinámico y pulsando sobre el punto Q1 veríamos:

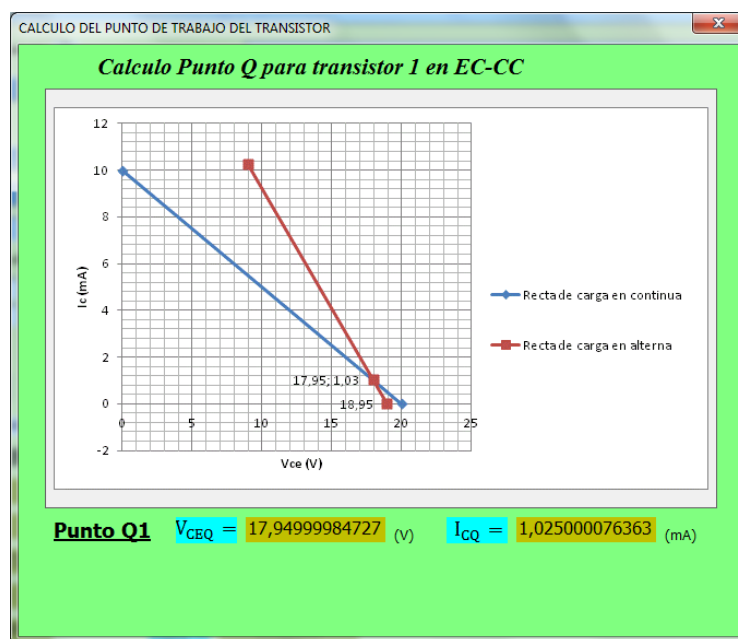


Imagen 94 punto Q1 del ejemplo EC-CC

Y si pulsáramos el botón Q2 de la imagen 93 veríamos:

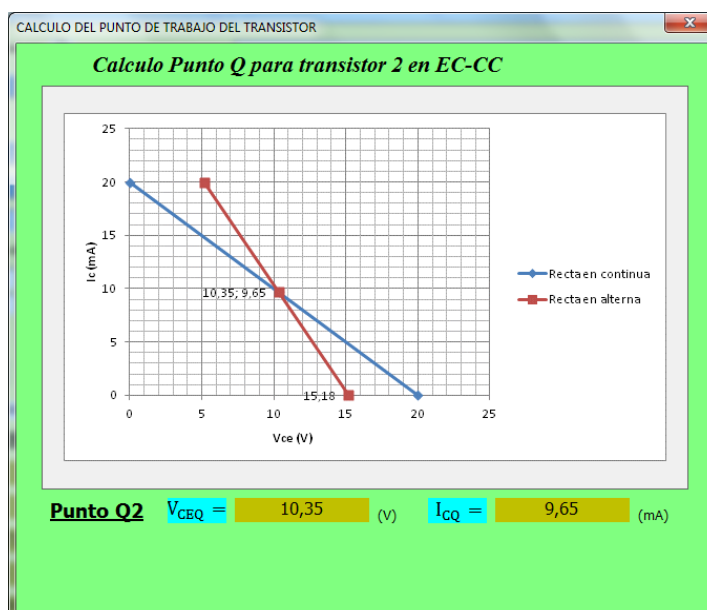


Imagen 95 punto Q2 ejemplo EC-CC

Ahora se mostrará un ejemplo con amplificadores FET:

SURTIDOR COMÚN - EMISOR COMÚN

Resistencias en  $\Omega$

R1= 20e3 R4= 20e3 Con R4  
 R2= 20e3 Con R2 RC= 20e3 Con RC  
 RD= 9000 Con RD RE= 1000 Con RE  
 RS= Cero Sin RS RL= 5000 Con RL  
 R3= 20e3

Parámetros del transistor

hie= 1000 hfe= 60  
 hoe= 20e-6 hre= 2,5e-4  
 $\mu$ = 20 rd= 2000

Calcular Limpiar campos

Método Cálculo T2: APROXIMADO

**Características CUADRIPOLO T1:** **Características CUADRIPOLO T2:** **Características AMPLIFICADOR:**

$R_{iT1} =$  infinito  $A_{VT1} =$  -13,75062  $R_{oT1} =$  2000  
 $A_{IT2} =$  -60  $R_{iT2} =$  62000  $A_{VT2} =$  -3,870968  $R_{oT2} =$  infinito  $R_{ST2} =$  1406,25  
 $R_i =$  10000  $R'_o =$  4000  
 $A_V =$  53,22819  $R_o =$  20000  $A_I =$  106,4564

TEORÍA

Imagen 96 Ejemplo SC-EC

En el ejemplo de la imagen 93 vemos el cálculo del SC-EC en el cuadripolo 1 de dicho ejemplo no pone el método calculado ya que los transistores FET solo tienen un método. Si pulsáramos el botón de limpiar campos se quedarían todos los campos vacíos como antes de introducir los datos. y si tuviéramos dudas y quisiéramos revisar la teoría podríamos hacerlo en el botón teoría.

SURTIDOR COMÚN - EMISOR COMÚN

TEORÍA AMPLIFICADOR VARIAS ETAPAS

LA SEÑAL DE SALIDA DE CADA ETAPA SE APLICA COMO SEÑAL DE ENTRADA DE LA SIGUIENTE.

**ESTUDIO EN CONTINUA**

- Polarización (punto "Q" de trabajo).
- Margen dinámico.

**ESTUDIO EN ALTERNA**

- Análisis de ganancias e impedancias.
- Frecuencias medias.

Acoplamiento entre etapas mediante un condensador.

**Características**

$R_{iT1} =$   $A_{VT1} =$   $R_{oT1} =$   $A_{ST2} =$

**Elección de las configuraciones**

**ETAPA DE ENTRADA** → Se selecciona en base a la impedancia de entrada del montaje, de cara a la fuente de señal.

- CC → Se emplea si se precisa una elevada  $Z_i$ .
- BC → Se emplea si se precisa una reducida  $Z_i$ .
- EC → Tiene un valor intermedio de  $Z_i$ .

**ETAPA DE SALIDA** → Se selecciona en base a consideraciones de impedancia de salida del montaje, ante la carga y de máxima señal sin distorsión.

- CC → Se emplea si se precisa una reducida  $Z_o$ . Además, dado que su  $A_V = 1$ , no será causa de distorsión.
- BC → Se emplea si se precisa una elevada  $Z_o$ .
- EC → Tiene un valor intermedio de  $Z_o$ .

- Si se cumple la condición  $h_{oe}R_L < 0,1$  → Emplear el modelo y expresiones simplificadas.

- Etapas con transistores FET → Emplear modelos y expresiones correspondientes.

RÍA

Imagen 97 Ejemplo botón teoría en amplificadores de varias etapas

Ahora mostraremos un ejemplo del amplificador diferencial

**Resistencias en  $\Omega$**

RE= 4945,5      RC= 10e3

**Parametros del transistor**

hie= 1000      hfe= 100

hoe= 0      hre= 0

Introducir V1 y V2       Introducir Vd y Vc

V1= 50e-6      V2= -50e-6

**Salida Diferencial:**

$V_o$	9,999999E-02
$R_{id}$	2000
$R_o$	infinito
$R'_o$	20000
$\rho$	infinito

**Salida Asimétrica:**

$V_o$	0,05
$R_{ic}$	499995,5
$R_o$	infinito
$R'_o$	10000
$\rho$	999,991

**TEORÍA**

Imagen 98 Ejemplo 1 Amplificador Diferencial

Como vemos en la imagen 98 en el amplificador diferencial no tenemos botones de activación. En este amplificador tenemos la opción de introducir o los datos de entrada V1 y V2 o VC y VD introduciendo los datos del ejemplo:

$$V_1 = 50 \times 10^{-6}$$

$$V_2 = -50 \times 10^{-6}$$

$$V_c = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{50 \times 10^{-6} + (-50 \times 10^{-6})}{2} = 0$$

$$V_d = V_1 - V_2 = 50 \times 10^{-6} - (-50 \times 10^{-6}) = 100 \times 10^{-6}$$

Como vemos en la siguiente imagen independiente mente de como se introduzcan los datos los resultados son los mismos.

AMPLIFICADOR DIFERENCIAL

Resistencias en  $\Omega$

RE= 4945,5 RC= 10e3

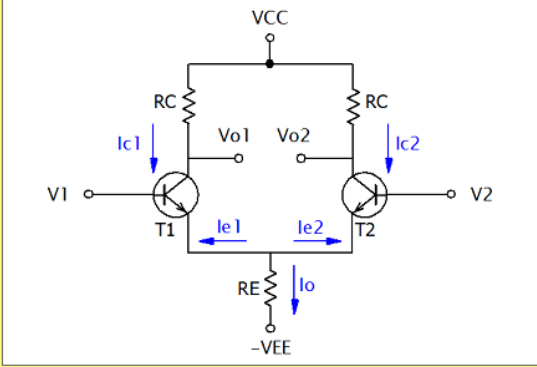
Parámetros del transistor

hie= 1000 hfe= 100

hoe= 0 hre= 0

Introducir V1 y V2  Introducir Vd y Vc

Vd= 100e-6 Vc= 0



**Salida Diferencial:**

$V_o$	9,999999E-02
$R_{id}$	2000
$R_o$	infinito
$R'_o$	20000
$\rho$	infinito

**Salida Asimétrica:**

$V_o$	0,05
$R_{ic}$	499995,5
$R_o$	infinito
$R'_o$	10000
$\rho$	999,991

**TEORÍA**

Imagen 99 Ejemplo 2 Amplificador Diferencial

# CAPÍTULO 5: CONCLUSION

Se ha creado una aplicación de manejo sencillo que podrá facilitar al usuario la realización de muchos ejercicios ahorrándole tiempo, también puede utilizarse para comprobar los ejercicios y saber si es capaz de realizarlos ya que la aplicación le dará los resultados correctos.

Al hacer los ejercicios a la par que la aplicación tendremos que tener en cuenta que la aplicación coge todos los decimales posibles, por lo que pudiera ser que los resultados obtenidos a mano, si hemos redondeado, difieran mínimamente de la solución obtenida por la aplicación

## 5.1 MEJORAS

En este apartado explicaré alguna mejora que se me han ocurrido ya cuando estaba terminando dicha memoria.

-Para comprobar cómo varían los datos cambiando parámetros que la aplicación permitiera ver el valor del resultado anterior para ser mas fácil la comparación de los datos.

En este proyecto se han introducido las configuraciones que se han creído mas relevantes, pero en cualquier momento se podría añadir otras nuevas.





# RECURSOS WEB

ORTIZ, Moises. *El Editor de Visual Basic:*

<https://exceltotal.com/el-editor-de-visual-basic/>

ANONIMO. *Introducción a VBA en Excel 2010:*

[https://msdn.microsoft.com/es-es/library/office/ee814737\(v=office.14\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/office/ee814737(v=office.14).aspx)

ANONIMO. *Controlar los errores en tiempo de ejecución en VBA*

<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/office/ff193267.aspx>

CAMPOS, Sergio Alejandro. *Implementar controlador de errores en Excel vba:*

<http://blogs.itpro.es/exceleinfo/2013/11/05/implementar-controlador-de-errores-en-excel-vba/>

SANTOS, Fernando. *Control de errores en VBA*

<http://www.excel-avanzado.com/23629/control-de-errores-en-vba.html>

ANONIMO. *Ejecutar código de VBA cuando se producen eventos en Excel 2010*

[https://msdn.microsoft.com/es-es/library/office/hh211482\(v=office.14\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/office/hh211482(v=office.14).aspx)

ANONIMO. *Cómo utilizar Visual Basic para Aplicaciones (VBA) para cambiar UserForms en Excel:*

<https://support.microsoft.com/es-cr/help/829070/how-to-use-visual-basic-for-applications-vba-to-change-userforms-in-excel>

ATALAYA, Luis. *Mostrar Gráficos en formularios UserForm de VBA:*

<http://miexcelymas.blogspot.com.es/2013/08/mostrar-graficos-en-formularios.html>

ANONIMO. *Gráficos en formularios VBA:*

<http://www.todoexpertos.com/categorias/tecnologia-e-internet/software-y-aplicaciones/microsoft-excel/respuestas/1951967/graficos-en-formularios-vba>



# BIBLIOGRAFÍA

Todas las imagenes del capítulo 1: Estudio de los amplificadores que no han sido realizadas con autocad, se han sacado de:

BUEY CUESTA, Jose Julio. *Diapositivas de la asignatura de Electrónica Analógica del tercer Curso del Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática de la Universidad de Valladolid.*

Las formulas utilizadas y los conceptos de los amplificadores se han sacado de:

BUEY CUESTA, Jose Julio. *Apuntes de la asignatura de Electrónica Analógica del tercer Curso del Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática de la Universidad de Valladolid.*



# ANEXOS



# ANEXO: CODIGO DEL PROGRAMA

## INDICE ANEXOS

CODIGO HOJA EXCEL.....	3
CÓDIGO FORMULARIOS .....	5
CODIGO FORMULARIO EMISOR COMÚN.....	5
CODIGO FORMULARIO COLECTOR COMÚN .....	6
CODIGO FORMULARIO SURTIDOR COMUN.....	8
CODIGO FORMULARIO DRENADOR COMUN.....	9
CODIGO FORMULARIO EMISOR COMUN - EMISOR COMUN.....	10
CODIGO FORMULARIO EMISOR COMUN - COLECTOR COMUN .....	12
CODIGO FORMULARIO COLECTOR COMUN - EMISOR COMUN .....	14
CODIGO FORMULARIO EMISOR COMUN DRENADOR COMUN.....	16
CODIGO FORMULARIO SURTIDOR COMUN - EMISOR COMUN.....	17
CODIGO FORMULARIO DARLINGTON .....	18
CODIGO FORMULARIO DIFERENCIAL.....	19
CODIGO FORMULARIO PUNTO_Q .....	20
CODIGO FORMULARIO AVISORE.....	25
CODIGO MODULOS.....	27
CODIGO MODULO EMISOR COMUN .....	27
CODIGO MODULO COLECTOR COMUN.....	34
CODIGO MODULO SURTIDOR COMUN .....	39
CODIGO MODULO DRENADOR COMUN .....	43
CODIGO MODULO EMISOR COMUN - EMISOR COMUN .....	46
CODIGO MODULO EMISOR COMUN -COLECTOR COMUN.....	56
CODIGO MODULO COLECTOR COMUN - EMISOR COMUN.....	66
CODIGO MODULO EMISOR COMUN - DRENADOR COMUN .....	76
CODIGO MODULO SURTIDOR COMUN - EMISOR COMUN .....	82
CODIGO MODULO DARLINGTON .....	89
CODIGO MODULO DIFERENCIAL .....	93
CODIGO MODULO INSTRUCCIONES.....	96





# CODIGO HOJA EXCEL

Este código afecta a toda la hoja excel:

Este código es el que permite que al entrar a la aplicación esta se expanda y se vea en grande en toda la pantalla.

```
VERSION 1.0 CLASS
BEGIN
    MultiUse = -1 'True
END
Attribute VB_Name = "ThisWorkbook"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = True
Private Sub Workbook_Open()
Application.DisplayFullScreen = True
End Sub

Private Sub Workbook_BeforeClose(Cancel As Boolean)
    On Error Resume Next
Application.DisplayFullScreen = False
End Sub
```

Este es el código de todos los botones que se ven al entrar a la aplicación:

```
VERSION 1.0 CLASS
BEGIN
    MultiUse = -1 'True
END
Attribute VB_Name = "Hoja3"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = True

Private Sub boton_cc_ec_Click()
    ProcedimientosCC_EC.LanzarCC_EC
End Sub

Private Sub boton_ccomun_Click()
    ProcedimientosCC.LanzarCcomun
End Sub

Private Sub boton_dar_Click()
    ProcedimientosDar.LanzarDar
End Sub

Private Sub boton_diferencial_Click()
    ProcedimientosDiferencial.LanzarDiferencial
End Sub

Private Sub boton_ec_cc_Click()
```

```
    ProcedimientosEC_CC.LanzarEC_CC
End Sub

Private Sub boton_ec_dc_Click()
    ProcedimientosEC_DC.LanzarEC_DC
End Sub

Private Sub boton_ec_ec_Click()
    ProcedimientosEC_EC.LanzarEC_EC
End Sub

Private Sub boton_ecomun_Click()
    ProcedimientosEC.LanzarEcomun
End Sub

Private Sub boton_Instrucciones_Click()
    ProcedimientosInstrucciones.LanzarInstrucciones
End Sub

Private Sub boton_sc_ec_Click()
    ProcedimientosSC_EC.LanzarSC_EC
End Sub

Private Sub boton_Scomun_Click()
    ProcedimientosSC.LanzarScomun
End Sub

Private Sub boton_Dcomun_Click()
    ProcedimientosDC.LanzarDcomun
End Sub
```

# CÓDIGO FORMULARIOS

Se mostrará el código de los formularios, es decir de los botones que tienen.

## CODIGO FORMULARIO EMISOR COMÚN

```
VERSION 5.00
Begin {C62A69F0-16DC-11CE-9E98-00AA00574A4F} Ecomun
  Caption           = "EMISOR COMÚN"
  ClientHeight      = 7935
  ClientLeft        = 45
  ClientTop         = 375
  ClientWidth       = 14100
  OleObjectBlob     = "Ecomun.frx":0000
  StartUpPosition  = 1 'Centrar en propietario
End
Attribute VB_Name = "Ecomun"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub boton_puntoQ_Click()
'Cargamos el formulario
  Load Punto_Q
'refrescamos el formulario
  Punto_Q.Repaint
'y lo mostramos
  Punto_Q.Show
End Sub

Private Sub boton_Teoria_ecomun_Click()
  ProcedimientosEC.LanzarTeoria_EC
End Sub

Private Sub botoncalcular_Click()
  ProcedimientosEC.botoncalcular
End Sub

Private Sub botonlimpiar_Click()
  ProcedimientosEC.Limpiarre cuadros
End Sub

Private Sub ToggleButtonR_Click()
  ProcedimientosEC.botonR
End Sub

Sub ToggleButtonRL_Click()
  ProcedimientosEC.botonRL
End Sub
```

```

Sub ToggleButtonR2_Click()
    ProcedimientosEC.botonR2
End Sub
Sub ToggleButtonRE_Click()
    ProcedimientosEC.botonRE
    If Ecomun.ToggleButtonRE = True Then
        AvisoRE.Show
    End If
End Sub

Sub ToggleButtonRC_Click()
    ProcedimientosEC.botonRC
End Sub

Private Sub UserForm_Terminate()
'Al salir del formulario vacio en el excel los cuadros de valores
para que la siguiente vez que se pulse la grafica este vacia
    'RECTA EN CONTINUA
    'Puntos X
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c7") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c8") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c9") = Empty
    'Puntos Y
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d7") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d8") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d9") = Empty
    'RECTA ALTERNA
    'Puntos x
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c11") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c12") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c13") = Empty

    'Puntos y
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d11") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d12") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d13") = Empty
    'Valores de RE
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c16") = Empty

End Sub

```

## CODIGO FORMULARIO COLECTOR COMÚN

```

VERSION 5.00
Begin {C62A69F0-16DC-11CE-9E98-00AA00574A4F} Ccomun
    Caption       = "COLECTOR COMÚN"
    ClientHeight  = 7950
    ClientLeft    = 45
    ClientTop     = 375
    ClientWidth   = 14055
    OleObjectBlob = "Ccomun.frx":0000
    StartupPosition = 1 'Centrar en propietario
End
Attribute VB_Name = "Ccomun"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False

```

```

Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub boton_puntoQ_Click()
'Cargamos el formulario
    Load Punto_Q
'refrescamos el formulario
    Punto_Q.Repaint
'y lo mostramos
    Punto_Q.Show
End Sub

Private Sub boton_Teoria_ecomun_Click()
    ProcedimientosCC.LanzarTeoria_CC
End Sub

Private Sub botoncalcular_Click()
    ProcedimientosCC.botoncalcular
End Sub

Private Sub botonlimpiar_Click()
    ProcedimientosCC.Limpiarrecuadros
End Sub

Sub ToggleButtonRL_Click()
    ProcedimientosCC.botonRL
End Sub

Sub ToggleButtonR2_Click()
    ProcedimientosCC.botonR2
End Sub
Sub ToggleButtonRE_Click()
    ProcedimientosCC.botonRE
End Sub

Private Sub UserForm_Terminate()
'Al salir del formulario vacio en el excel los cuadros de valores
para que la siguiente vez que se pulse la grafica este vacia
    'RECTA EN CONTINUA
    'Puntos X
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c7") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c8") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c9") = Empty
    'Puntos Y
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d7") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d8") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d9") = Empty
    'RECTA ALTERNA
    'Puntos x

```

```

ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("c11") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("c12") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("c13") = Empty

'Puntos y
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("d11") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("d12") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("d13") = Empty
'Valores de RE
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("c16") = Empty

```

End Sub

## CODIGO FORMULARIO SURTIDOR COMUN

```

VERSION 5.00
Begin {C62A69F0-16DC-11CE-9E98-00AA00574A4F} Scomun
  Caption          = "SURTIDOR COMÚN"
  ClientHeight     = 7320
  ClientLeft       = 45
  ClientTop        = 375
  ClientWidth      = 12690
  OleObjectBlob    = "Scomun.frx":0000
  StartUpPosition = 1 'Centrar en propietario
End
Attribute VB_Name = "Scomun"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub boton_Teoria_scomun_Click ()
  ProcedimientosSC.LanzarTeoria_SC
End Sub

Private Sub botoncalcular_Click ()
  ProcedimientosSC.botoncalcular
End Sub

Private Sub botonlimpiar_Click ()
  ProcedimientosSC.Limpiarrecuadros
End Sub

  Sub ToggleButtonRL_Click ()
  ProcedimientosSC.botonRL
End Sub

  Sub ToggleButtonR2_Click ()
  ProcedimientosSC.botonR2
End Sub
Sub ToggleButtonRD_Click ()
  ProcedimientosSC.botonRD
End Sub
Sub ToggleButtonRS_Click ()

```

```
ProcedimientosSC.botonRS  
End Sub
```

## CODIGO FORMULARIO DRENADOR COMUN

```
VERSION 5.00  
Begin {C62A69F0-16DC-11CE-9E98-00AA00574A4F} Dcomun  
    Caption           = "DRENADOR COMÚN"  
    ClientHeight      = 7560  
    ClientLeft        = 45  
    ClientTop         = 375  
    ClientWidth       = 13350  
    OleObjectBlob     = "Dcomun.frx":0000  
    StartUpPosition  = 1 'Centrar en propietario  
End  
Attribute VB_Name = "Dcomun"  
Attribute VB_GlobalNameSpace = False  
Attribute VB_Creatable = False  
Attribute VB_PredeclaredId = True  
Attribute VB_Exposed = False  
Private Sub boton_Teoria_scomun_Click()  
    ProcedimientosDC.LanzarTeoria_DC  
End Sub  
Private Sub botoncalcular_Click()  
    ProcedimientosDC.botoncalcular  
End Sub  
Private Sub botonlimpiar_Click()  
    ProcedimientosDC.Limpiarrecuadros  
End Sub  
  
Sub ToggleButtonRL_Click()  
    ProcedimientosDC.botonRL  
End Sub  
  
Sub ToggleButtonR2_Click()  
    ProcedimientosDC.botonR2  
End Sub  
Sub ToggleButtonRD_Click()  
    ProcedimientosDC.botonRD  
End Sub  
Sub ToggleButtonRS_Click()  
    ProcedimientosDC.botonRS  
End Sub
```

## CODIGO FORMULARIO EMISOR COMUN - EMISOR COMUN

```
VERSION 5.00
Begin {C62A69F0-16DC-11CE-9E98-00AA00574A4F} EC_EC
  Caption      = "EMISOR COMÚN - EMISOR COMÚN"
  ClientHeight = 8895
  ClientLeft   = 45
  ClientTop    = 375
  ClientWidth  = 15135
  OleObjectBlob = "EC_EC.frx":0000
  StartUpPosition = 1 'Centrar en propietario
End
Attribute VB_Name = "EC_EC"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub boton_puntoQ_Click()
  estado = 1
  Punto_Q.Show
End Sub

Private Sub boton_puntoQ2_Click()
  estado = 2
  Punto_Q.Show
End Sub

Private Sub boton_Teoria_ec_ec_Click()
  ProcedimientosEC_EC.LanzarTeoria_EC_EC
End Sub

Private Sub botoncalcular_Click()
  ProcedimientosEC_EC.botoncalcular
End Sub

Private Sub botonlimpiar_Click()
  ProcedimientosEC_EC.Limpiarrecuadros
End Sub

Sub ToggleButtonRL_Click()
  ProcedimientosEC_EC.botonRL
End Sub

Sub ToggleButtonR2_Click()
  ProcedimientosEC_EC.botonR2
End Sub
Sub ToggleButtonRE1_Click()
  ProcedimientosEC_EC.botonRE1

  If EC_EC.ToggleButtonRE1 = True Then
    AvisoRE.Show
  End If
End Sub
```



```

End Sub

Sub ToggleButtonR4_Click()
    ProcedimientosEC_EC.botonR4
End Sub
Sub ToggleButtonRE2_Click()
    ProcedimientosEC_EC.botonRE2
    If EC_EC.ToggleButtonRE2 = True Then
        AvisoRE.Show
    End If
End Sub
Sub ToggleButtonRC2_Click()
    ProcedimientosEC_EC.botonRC2
End Sub

Private Sub UserForm_Terminate()
'Al salir del formulario vacio en el excel los cuadros de valores
para que la siguiente vez que se pulse la grafica este vacia
    'TRANSISTOR 1
    'RECTA EN CONTINUA
    'Puntos X
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c7") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c8") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c9") = Empty
    'Puntos Y
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d7") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d8") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d9") = Empty
    'RECTA ALTERNA
    'Puntos x
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c11") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c12") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c13") = Empty

    'Puntos y
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d11") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d12") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d13") = Empty

    'TRANSISTOR 2
    'RECTA EN CONTINUA
    'Puntos X
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c7") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c8") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c9") = Empty
    'Puntos Y
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d7") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d8") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d9") = Empty
    'RECTA ALTERNA
    'Puntos x
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c11") = Empty

```

```

ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("c12") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("c13") = Empty

'Puntos y
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("d11") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("d12") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("d13") = Empty

'Valores de RE
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("c16") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("d16") = Empty
End Sub

```

## CODIGO FORMULARIO EMISOR COMUN - COLECTOR COMUN

```

VERSION 5.00
Begin {C62A69F0-16DC-11CE-9E98-00AA00574A4F} EC_CC
  Caption          = "EMISOR COMÚN - COLECTOR COMÚN"
  ClientHeight     = 8685
  ClientLeft       = 45
  ClientTop        = 375
  ClientWidth      = 15300
  OleObjectBlob    = "EC_CC.frx":0000
  StartupPosition  = 1 'Centrar en propietario
End
Attribute VB_Name = "EC_CC"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Private Sub boton_puntoQ_Click()
  estado = 1
  Punto_Q.Show
End Sub

Private Sub boton_puntoQ2_Click()
  estado = 2
  Punto_Q.Show
End Sub

Private Sub boton_Teoria_EC_CC_Click()
  ProcedimientosEC_CC.LanzarTeoria_EC_CC
End Sub

Private Sub botoncalcular_Click()
  ProcedimientosEC_CC.botoncalcular
End Sub

Private Sub botonlimpiar_Click()
  ProcedimientosEC_CC.Limpiarrecuadros
End Sub

```

```

Sub ToggleButtonRL_Click ()
    ProcedimientosEC_CC.botonRL
End Sub

Sub ToggleButtonR2_Click ()
    ProcedimientosEC_CC.botonR2
End Sub
Sub ToggleButtonRE1_Click ()
    ProcedimientosEC_CC.botonRE1
    If EC_CC.ToggleButtonRE1 = True Then
        AvisoRE.Show
    End If
End Sub

Sub ToggleButtonR4_Click ()
    ProcedimientosEC_CC.botonR4
End Sub
Sub ToggleButtonRE2_Click ()
    ProcedimientosEC_CC.botonRE2

End Sub

Private Sub UserForm_Terminate ()
'Al salir del formulario vacio en el excel los cuadros de valores
para que la siguiente vez que se pulse la grafica este vacia
    'TRANSISTOR 1
    'RECTA EN CONTINUA
    'Puntos X
    ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("c7") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("c8") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("c9") = Empty
    'Puntos Y
    ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("d7") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("d8") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("d9") = Empty
    'RECTA ALTERNA
    'Puntos x
    ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("c11") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("c12") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("c13") = Empty

    'Puntos y
    ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("d11") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("d12") = Empty
    ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("d13") = Empty

    'TRANSISTOR 2
    'RECTA EN CONTINUA
    'Puntos X
    ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("c7") = Empty

```

```

ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("c8") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("c9") = Empty
'Puntos Y
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("d7") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("d8") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("d9") = Empty
'RECTA ALTERNA
'Puntos x
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("c11") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("c12") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("c13") = Empty

'Puntos y
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("d11") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("d12") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja2").Range ("d13") = Empty
'Valores de RE
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("c16") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets ("hoja1").Range ("d16") = Empty
End Sub

```

## CODIGO FORMULARIO COLECTOR COMUN - EMISOR COMUN

```

VERSION 5.00
Begin {C62A69F0-16DC-11CE-9E98-00AA00574A4F} CC_EC
Caption = "COLECTOR COMÚN - EMISOR COMÚN"
ClientHeight = 8670
ClientLeft = 45
ClientTop = 375
ClientWidth = 15330
OleObjectBlob = "CC_EC.frx":0000
StartupPosition = 1 'Centrar en propietario
End
Attribute VB_Name = "CC_EC"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Private Sub boton_puntoQ_Click()
estado = 1
Punto_Q.Show
End Sub

Private Sub boton_puntoQ2_Click()
estado = 2
Punto_Q.Show
End Sub

Private Sub boton_Teoria_CC_EC_Click()
ProcedimientosCC_EC.LanzarTeoria_CC_EC
End Sub

Private Sub botoncalcular_Click()
ProcedimientosCC_EC.botoncalcular
End Sub

```

```

Private Sub botonlimpiar_Click()
    ProcedimientosCC_EC.Limpiarrecuadros
End Sub

Sub ToggleButtonRL_Click()
    ProcedimientosCC_EC.botonRL
End Sub

    Sub ToggleButtonR2_Click()
        ProcedimientosCC_EC.botonR2
    End Sub
End Sub
Sub ToggleButtonRE1_Click()
    ProcedimientosCC_EC.botonRE1
    If CC_EC.ToggleButtonRE1 = True Then
        AvisoRE.Show
    End If
End Sub

Sub ToggleButtonRC_Click()
    ProcedimientosCC_EC.botonRC
End Sub

Sub ToggleButtonR4_Click()
    ProcedimientosCC_EC.botonR4
End Sub
Sub ToggleButtonRE2_Click()
    ProcedimientosCC_EC.botonRE2
    If CC_EC.ToggleButtonRE2 = True Then
        AvisoRE.Show
    End If
End Sub

Private Sub UserForm_Terminate()
'Al salir del formulario vacio en el excel los cuadros de valores
para que la siguiente vez que se pulse la grafica este vacia
'TRANSISTOR 1
'RECTA EN CONTINUA
'Puntos X
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c7") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c8") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c9") = Empty
'Puntos Y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d7") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d8") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d9") = Empty
'RECTA ALTERNA
'Puntos x
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c11") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c12") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c13") = Empty

'Puntos y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d11") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d12") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d13") = Empty

```

```

'TRANSISTOR 2
'RECTA EN CONTINUA
'Puntos X
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c7") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c8") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c9") = Empty
'Puntos Y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d7") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d8") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d9") = Empty
'RECTA ALTERNA
'Puntos x
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c11") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c12") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c13") = Empty

'Puntos y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d11") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d12") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d13") = Empty
'Valores de RE
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c16") = Empty
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d16") = Empty
End Sub

```

## CODIGO FORMULARIO EMISOR COMUN DRENADOR COMUN

```

VERSION 5.00
Begin {C62A69F0-16DC-11CE-9E98-00AA00574A4F} EC_DC
Caption = "EMISOR COMÚN - DRENADOR COMÚN"
ClientHeight = 8520
ClientLeft = 45
ClientTop = 375
ClientWidth = 15315
OleObjectBlob = "EC_DC.frx":0000
StartupPosition = 1 'Centrar en propietario
End
Attribute VB_Name = "EC_DC"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub boton_Teoría_EC_DC_Click()
ProcedimientosEC_DC.LanzarTeoría_EC_DC
End Sub

Private Sub botoncalcular_Click()
ProcedimientosEC_DC.botoncalcular
End Sub

Private Sub botonlimpiar_Click()
ProcedimientosEC_DC.Limpiarrecuadros
End Sub

```

```

Sub ToggleButtonRL_Click ()
    ProcedimientosEC_DC.botonRL
End Sub

Sub ToggleButtonR2_Click ()
    ProcedimientosEC_DC.botonR2
End Sub
Sub ToggleButtonRE_Click ()
    ProcedimientosEC_DC.botonRE
End Sub
Sub ToggleButtonRS_Click ()
    ProcedimientosEC_DC.botonRS
End Sub

Sub ToggleButtonR4_Click ()
    ProcedimientosEC_DC.botonR4
End Sub

Sub ToggleButtonRD_Click ()
    ProcedimientosEC_DC.botonRD
End Sub

```

## CODIGO FORMULARIO SURTIDOR COMUN - EMISOR COMUN

```

VERSION 5.00
Begin {C62A69F0-16DC-11CE-9E98-00AA00574A4F} SC_EC
    Caption           = "SURTIDOR COMÚN - EMISOR COMÚN"
    ClientHeight      = 8835
    ClientLeft        = 45
    ClientTop         = 375
    ClientWidth       = 15390
    OleObjectBlob     = "SC_EC.frx":0000
    StartUpPosition  = 1 'Centrar en propietario
End
Attribute VB_Name = "SC_EC"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Private Sub boton_Teoria_SC_EC_Click ()
    ProcedimientosSC_EC.LanzarTeoria_SC_EC
End Sub

Private Sub botoncalcular_Click ()
    ProcedimientosSC_EC.botoncalcular
End Sub

```

```

Private Sub botonlimpiar_Click()
    ProcedimientosSC_EC.Limpiarrecuadros
End Sub

Sub ToggleButtonRL_Click()
    ProcedimientosSC_EC.botonRL
End Sub

Sub ToggleButtonR2_Click()
    ProcedimientosSC_EC.botonR2
End Sub
Sub ToggleButtonRE_Click()
    ProcedimientosSC_EC.botonRE
End Sub
Sub ToggleButtonRS_Click()
    ProcedimientosSC_EC.botonRS
End Sub
Sub ToggleButtonRC_Click()
    ProcedimientosSC_EC.botonRC
End Sub

Sub ToggleButtonR4_Click()
    ProcedimientosSC_EC.botonR4
End Sub

```

## CODIGO FORMULARIO DARLINGTON

```

VERSION 5.00
Begin {C62A69F0-16DC-11CE-9E98-00AA00574A4F} Darlington
    Caption        = "DARLINGTON"
    ClientHeight   = 7845
    ClientLeft     = 45
    ClientTop      = 375
    ClientWidth    = 14730
    OleObjectBlob  = "Darlington.frx":0000
    StartupPosition = 1 'Centrar en propietario
End
Attribute VB_Name = "Darlington"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub boton_Teoria_Dar_Click()
    ProcedimientosDar.LanzarTeoria_Dar
End Sub

Private Sub botoncalcular_Click()
    ProcedimientosDar.botoncalcular
End Sub

Private Sub botonlimpiar_Click()

```



```
ProcedimientosDar.Limpiarrecuadros  
End Sub
```

## CODIGO FORMULARIO DIFERENCIAL

```
VERSION 5.00  
Begin {C62A69F0-16DC-11CE-9E98-00AA00574A4F} Diferencial  
Caption = "AMPLIFICADOR DIFERENCIAL"  
ClientHeight = 8175  
ClientLeft = 45  
ClientTop = 375  
ClientWidth = 12690  
OleObjectBlob = "Diferencial.frx":0000  
StartupPosition = 1 'Centrar en propietario  
End  
Attribute VB_Name = "Diferencial"  
Attribute VB_GlobalNameSpace = False  
Attribute VB_Creatable = False  
Attribute VB_PredeclaredId = True  
Attribute VB_Exposed = False  
Private Sub boton_Teoria_Dar_Click()  
ProcedimientosDar.LanzarTeoria_Dar  
End Sub  
  
Private Sub boton_Teoria_diferencial_Click()  
ProcedimientosDiferencial.LanzarTeoria_Diferencial  
End Sub  
  
Private Sub botoncalcular_Click()  
ProcedimientosDiferencial.botoncalcular  
End Sub  
  
Private Sub botonlimpiar_Click()  
ProcedimientosDiferencial.Limpiarrecuadros  
End Sub  
  
Private Sub OptionButton1_Click()  
If OptionButton1 = True Then  
Label17 = "V1= "  
Label18 = "V2= "  
End If  
End Sub  
  
Private Sub OptionButton2_Click()  
If OptionButton2 = True Then  
Label17 = "Vd= "
```

```

Label18 = "Vc= "
End If
End Sub

```

## CODIGO FORMULARIO PUNTO\_Q

```

VERSION 5.00
Begin {C62A69F0-16DC-11CE-9E98-00AA00574A4F} Punto_Q
Caption = "CALCULO DEL PUNTO DE TRABAJO DEL
TRANSISTOR"
ClientHeight = 8115
ClientLeft = 45
ClientTop = 375
ClientWidth = 9945
OleObjectBlob = "Punto_Q.frx":0000
StartupPosition = 1 'Centrar en propietario
End
Attribute VB_Name = "Punto_Q"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub UserForm_Initialize()

If Ecomun.Visible = True Then
Punto_Q.avisos4 = "Calculo Punto Q para transistor en Emisor
Común"
Punto_Q.vceq.Visible = True
Punto_Q.icq.Visible = True
Punto_Q.vceq2.Visible = False
Punto_Q.icq2.Visible = False

Punto_Q.vceq =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
a1").Range("c8"), 2)
Punto_Q.icq =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
a1").Range("d8"), 2)
If Ecomun.R.Text <> "infinito" Then
Punto_Q.avisos1 = "Para calcular el punto Q, la R debe
ser infinito"

End If
If Ecomun.vcc.Text = Empty Then
Punto_Q.avisos2 = "Para calcular el punto Q debes
introducir una Vcc"

End If

'Guarda el gráfico como una imagen tipo GIF
' en misma carpeta donde tengo el archivo de excel

```

```

        Set Grafico = Sheets("Hojal").ChartObjects(1).Chart
        NombreArchivo = ThisWorkbook.Path &
Application.PathSeparator & "temp.gif"
        Grafico.Export Filename:=NombreArchivo, FilterName:="GIF"
        ' Muestra la imagen
        Imagen1.Picture = LoadPicture(NombreArchivo)

ElseIf Ccomun.Visible = True Then
    Punto_Q.aviso4 = "Calculo Punto Q para transistor en Colector
Común"
    Punto_Q.vceq.Visible = True
    Punto_Q.icq.Visible = True
    Punto_Q.vceq2.Visible = False
    Punto_Q.icq2.Visible = False
    Punto_Q.vceq =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
al").Range("c8"), 2)
    Punto_Q.icq =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
al").Range("d8"), 2)

    If Ccomun.vcc.Text = Empty Then
        Punto_Q.aviso2 = "Para calcular el punto Q debes
introducir una Vcc"

    End If

    'Guarda el gráfico como una imagen tipo GIF
    ' en misma carpeta donde tengo el archivo de excel
    Set Grafico = Sheets("Hojal").ChartObjects(1).Chart
    NombreArchivo = ThisWorkbook.Path & Application.PathSeparator
& "temp.gif"
    Grafico.Export Filename:=NombreArchivo, FilterName:="GIF"
    ' Muestra la imagen
    Imagen1.Picture = LoadPicture(NombreArchivo)

ElseIf EC_CC.Visible = True Then

    If estado = 1 Then 'Si estado 1 quiere decir que ha sido
presionado el boton para calcular el T1
        Punto_Q.aviso4 = "Calculo Punto Q para transistor 1 en EC-
CC"
        Punto_Q.vceq.Visible = True
        Punto_Q.vceq =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
al").Range("c8"), 2)
        Punto_Q.icq.Visible = True
        Punto_Q.icq =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
al").Range("d8"), 2)
        Punto_Q.vceq2.Visible = False
        Punto_Q.icq2.Visible = False
        Punto_Q.aviso3 = "Punto Q1"

        If EC_CC.vcc.Text = Empty Then

```

```

        Punto_Q.aviso2 = "Para calcular el punto Q debes
introducir una Vcc"
    End If
    'Guarda el gráfico como una imagen tipo GIF
    ' en misma carpeta donde tengo el archivo de excel
    Set Grafico = Sheets("Hoja1").ChartObjects(1).Chart
    NombreArchivo = ThisWorkbook.Path &
Application.PathSeparator & "temp.gif"
    Grafico.Export Filename:=NombreArchivo, FilterName:="GIF"
    'Muestra la imagen
    Imagen1.Picture = LoadPicture(NombreArchivo)

    Else 'Si estado distinto 1 quiere decir que ha sido presionado
el boton para calcular el T2
        Punto_Q.aviso4 = "Calculo Punto Q para transistor 2 en EC-
CC"
        Punto_Q.vceq.Visible = False
        Punto_Q.icq.Visible = False
        Punto_Q.vceq2.Visible = True
        Punto_Q.vceq2 =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
a2").Range("c8"), 2)
        Punto_Q.icq2.Visible = True
        Punto_Q.icq2 =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
a2").Range("d8"), 2)
        Punto_Q.aviso3 = "Punto Q2"

        If EC_CC.vcc.Text = Empty Then
            Punto_Q.aviso2 = "Para calcular el punto Q debes
introducir una Vcc"
        End If

        'Guarda el gráfico como una imagen tipo GIF
        ' en misma carpeta donde tengo el archivo de excel
        Set Grafico = Sheets("Hoja2").ChartObjects(1).Chart
        NombreArchivo = ThisWorkbook.Path &
Application.PathSeparator & "temp2.gif"
        Grafico.Export Filename:=NombreArchivo, FilterName:="GIF"
        ' Muestra la imagen
        Imagen1.Picture = LoadPicture(NombreArchivo)

    End If
    ElseIf CC_EC.Visible = True Then

        If estado = 1 Then 'Si estado 1 quiere decir que ha sido
presionado el boton para calcular el T1
            Punto_Q.aviso4 = "Calculo Punto Q para transistor 1 en CC-
EC"
            Punto_Q.vceq.Visible = True
            Punto_Q.vceq =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
a1").Range("c8"), 2)
            Punto_Q.icq.Visible = True
            Punto_Q.icq =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
a1").Range("d8"), 2)
            Punto_Q.vceq2.Visible = False
            Punto_Q.icq2.Visible = False

```

```

Punto_Q.aviso3 = "Punto Q1"

If CC_EC.vcc.Text = Empty Then
    Punto_Q.aviso2 = "Para calcular el punto Q debes
introducir una Vcc"

End If

'Guarda el gráfico como una imagen tipo GIF
' en misma carpeta donde tengo el archivo de excel
Set Grafico = Sheets("Hoja1").ChartObjects(1).Chart
NombreArchivo = ThisWorkbook.Path &
Application.PathSeparator & "temp.gif"
Grafico.Export Filename:=NombreArchivo, FilterName:="GIF"
'Muestra la imagen
Imagel.Picture = LoadPicture(NombreArchivo)

Else 'Si estado distinto 1 quiere decir que ha sido presionado
el boton para calcular el T2
Punto_Q.aviso4 = "Calculo Punto Q para transistor 2 en CC-
EC"

Punto_Q.vceq.Visible = False
Punto_Q.icq.Visible = False
Punto_Q.vceq2.Visible = True
Punto_Q.vceq2 =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
a2").Range("c8"), 2)
Punto_Q.icq2.Visible = True
Punto_Q.icq2 =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
a2").Range("d8"), 2)
Punto_Q.aviso3 = "Punto Q2"
If CC_EC.vcc.Text = Empty Then
    Punto_Q.aviso2 = "Para calcular el punto Q debes
introducir una Vcc"

End If

'Guarda el gráfico como una imagen tipo GIF
' en misma carpeta donde tengo el archivo de excel
Set Grafico = Sheets("Hoja2").ChartObjects(1).Chart
NombreArchivo = ThisWorkbook.Path &
Application.PathSeparator & "temp2.gif"
Grafico.Export Filename:=NombreArchivo, FilterName:="GIF"
'Muestra la imagen
Imagel.Picture = LoadPicture(NombreArchivo)

End If
ElseIf EC_EC.Visible = True Then

If estado = 1 Then 'Si estado 1 quiere decir que ha sido
presionado el boton para calcular el T1
Punto_Q.aviso4 = "Calculo Punto Q para transistor 1 en EC-
EC"

Punto_Q.vceq.Visible = True

```

```

        Punto_Q.vceq =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
a1").Range("c8"), 2)
        Punto_Q.icq.Visible = True
        Punto_Q.icq =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
a1").Range("d8"), 2)
        Punto_Q.vceq2.Visible = False
        Punto_Q.icq2.Visible = False
        Punto_Q.avisos = "Punto Q1"

        If EC_EC.vcc.Text = Empty Then
            Punto_Q.avisos = "Para calcular el punto Q debes
introducir una Vcc"

        End If

        'Guarda el gráfico como una imagen tipo GIF
        ' en misma carpeta donde tengo el archivo de excel
        Set Grafico = Sheets("Hoja1").ChartObjects(1).Chart
        NombreArchivo = ThisWorkbook.Path &
Application.PathSeparator & "temp.gif"
        Grafico.Export Filename:=NombreArchivo, FilterName:="GIF"
        'Muestra la imagen
        Imagen1.Picture = LoadPicture(NombreArchivo)

    Else 'Si estado distinto 1 quiere decir que ha sido presionado
el boton para calcular el T2
        Punto_Q.avisos = "Calculo Punto Q para transistor 2 en EC-
EC"
        Punto_Q.vceq.Visible = False
        Punto_Q.icq.Visible = False
        Punto_Q.vceq2.Visible = True
        Punto_Q.vceq2 =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
a2").Range("c8"), 2)
        Punto_Q.icq2.Visible = True
        Punto_Q.icq2 =
Application.WorksheetFunction.Round(ActiveWorkbook.Worksheets("hoj
a2").Range("d8"), 2)
        Punto_Q.avisos = "Punto Q2"
        If EC_EC.vcc.Text = Empty Then
            Punto_Q.avisos = "Para calcular el punto Q debes
introducir una Vcc"

        End If

        'Guarda el gráfico como una imagen tipo GIF
        ' en misma carpeta donde tengo el archivo de excel
        Set Grafico = Sheets("Hoja2").ChartObjects(1).Chart
        NombreArchivo = ThisWorkbook.Path &
Application.PathSeparator & "temp2.gif"
        Grafico.Export Filename:=NombreArchivo, FilterName:="GIF"
        ' Muestra la imagen
        Imagen1.Picture = LoadPicture(NombreArchivo)

```

```

End If

End If

End Sub

```

## CODIGO FORMULARIO AVISORE

```

VERSION 5.00
Begin {C62A69F0-16DC-11CE-9E98-00AA00574A4F} AvisoRE
    Caption           = "Resistencia Emisor"
    ClientHeight      = 1665
    ClientLeft        = 45
    ClientTop         = 375
    ClientWidth       = 2790
    OleObjectBlob     = "AvisoRE.frx":0000
    StartUpPosition  = 1 'Centrar en propietario
End
Attribute VB_Name = "AvisoRE"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Private Sub aceptar_Click()
If Ecomun.Visible = True Then
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c16") = AvisoRE.RE

ElseIf Ccomun.Visible = True Then
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c16") = AvisoRE.RE

ElseIf EC_CC.Visible = True Then

    If EC_CC.ToggleButtonRE1 = True And EC_CC.ToggleButtonRE2 =
False Then
        ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c16") =
AvisoRE.RE.Text
    End If
    If EC_CC.ToggleButtonRE2 = True And EC_CC.ToggleButtonRE1 =
False Or EC_CC.ToggleButtonRE2 = True And EC_CC.ToggleButtonRE1 =
True Then
        ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d16") =
AvisoRE.RE.Text
    End If

ElseIf EC_EC.Visible = True Then
    If EC_EC.ToggleButtonRE1 = True And EC_EC.ToggleButtonRE2 =
False Then
        ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c16") =
AvisoRE.RE.Text
    End If

```

```

    If EC_EC.ToggleButtonRE2 = True And EC_EC.ToggleButtonRE1 =
False Or EC_EC.ToggleButtonRE2 = True And EC_EC.ToggleButtonRE1 =
True Then
        ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d16") =
AvisoRE.RE.Text
    End If

    ElseIf CC_EC.Visible = True Then
        If CC_EC.ToggleButtonRE1 = True And CC_EC.ToggleButtonRE2 =
False Then
            ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c16") =
AvisoRE.RE.Text
        End If
        If CC_EC.ToggleButtonRE2 = True And CC_EC.ToggleButtonRE1 =
False Or CC_EC.ToggleButtonRE2 = True And CC_EC.ToggleButtonRE1 =
True Then
            ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d16") =
AvisoRE.RE.Text
        End If

    End If
    Unload Me

End Sub

```



# CODIGO MODULOS

## CODIGO MODULO EMISOR COMUN

```
Attribute VB_Name = "ProcedimientosEC"

Sub LanzarEcomun ()
    Ecomun.Show
End Sub
Sub LanzarTeoria_EC ()
    Teoria_BJT.Show
End Sub

Sub botoncalcular ()

    Dim valorR1 As Single
    Dim valorRM As Single
    Dim valorRS As Single
    Dim valorR2 As Single
    Dim valorRL As Single
    Dim valorRLC As Single
    Dim valorRC As Single
    Dim valorRCM As Single
    Dim valorRE As Single
    Dim valorR12 As Single
    Dim valorR12M As Single
    'Parametros Transistor
    Dim valorhfe As Single
    Dim valorhre As Single
    Dim valorhie As Single
    Dim valorhoe As Single

    Dim valorVCC As Single
    Dim resultado As Single
    'Cuadripolo
    Dim ait As Single
    Dim rot As Single
    Dim avt As Single
    Dim rit As Single
    Dim rst As Single
    'Etapa
    Dim ai As Single
    Dim ro As Single
    Dim rop As Single
    Dim av As Single
    Dim ri As Single
On Error Resume Next

'Comprueba que los cuadros de escribir no estan vacios
If Ecomun.R1.Text = Empty Or Ecomun.R.Text = Empty Or
Ecomun.RC.Text = Empty Or Ecomun.Rs.Text = Empty Or Ecomun.R2.Text
= Empty Or Ecomun.RE.Text = Empty Or Ecomun.hfe.Text = Empty Or
```

```

Ecomun.hie.Text = Empty Or Ecomun.hre.Text = Empty Or Ecomun.hoe =
Empty Then
    MsgBox "Debe ingresar un numero en cada recuadro, si
no quieres que aparezca alguna resistencia pulsa el botón de su
derecha", vbInformation + vbOKOnly, "Información importante."
ElseIf Ecomun.RL.Text = Empty Or Ecomun.RL.Text = "infinito" Then
    MsgBox "La Resistencia RL no debe ir sin valor o ser
infinito ya que es por donde pasa la intensidad Io, si es
necesario deje en blanco RC pero no RL", vbInformation + vbOKOnly,
"Resistencia RL."
Else
    'Introduzcon el valor de los recuadros en las variables y
compruebo si son 99999
    valorhie = Ecomun.hie.Text
    valorhfe = Ecomun.hfe.Text
    valorhoe = Ecomun.hoe.Text
    valorhre = Ecomun.hre.Text
    valorVCC = Ecomun.vcc.Text

    If Ecomun.Rs.Text = "infinito" Then
        valorRS = 0
    Else
        valorRS = Ecomun.Rs.Text
    End If
    If Ecomun.R.Text = "infinito" Then
        valorR = 0
    Else
        valorR = Ecomun.R.Text
    End If

    If Ecomun.R1.Text = "infinito" Then
        valorR1 = 0
    Else
        valorR1 = Ecomun.R1.Text
    End If

    If Ecomun.R2.Text = "infinito" Then
        valorR2 = 0
    Else
        valorR2 = Ecomun.R2.Text
    End If

    If Ecomun.RL.Text = "infinito" Then
        valorRL = 0
    Else
        valorRL = Ecomun.RL.Text
    End If

    If Ecomun.RE.Text = "Cero" Then
        valorRE = 0
    Else
        valorRE = Ecomun.RE.Text
    End If

    If Ecomun.RC.Text = "infinito" Then
        valorRC = 0
    Else
        valorRC = Ecomun.RC.Text
    End If

```

```

End If

'Coombrobacon que RCM nos de bien (este RCM es paralelo de RC
con R de Realimentación)
If valorRC = 0 And valorR = 0 Then
    valorRCM = 0
Else
    valorRCM = ((valorRC * valorR) / (valorRC + valorR))
    If valorRC = 0 Then valorRCM = valorR
    If valorR = 0 Then valorRCM = valorRC
End If

If valorR1 = 0 And valorR2 = 0 Then
    valorR12 = 0
Else
    valorR12 = ((valorR1 * valorR2) / (valorR1 + valorR2))
    If valorR1 = 0 Then valorR12 = valorR2
    If valorR2 = 0 Then valorR12 = valorR1
End If

valorRLC = (valorRL * valorRCM) / (valorRL + valorRCM)
'Coombrobacon que RL
If valorRL = 0 Then valorRLC = valorRCM
If valorRCM = 0 Then valorRLC = valorRL

resultado = valorhoe * (valorRLC + valorRE)

If resultado <= 0.1 Then
    Ecomun.metodo.Caption = "APROXIMADO"
    'Formulas del cuadripolo
    'Ganancia de Intensidad
    ait = -valorhfe
    Ecomun.ait.Caption = ait
    'Rit
    rit = valorhie + (1 + valorhfe) * valorRE
    Ecomun.rit.Caption = rit
    'Ganancia de Voltaje
    avt = -(valorhfe * valorRLC) / rit
    Ecomun.avt.Caption = avt
    'Rot
    Ecomun.rot.Caption = "infinito"
    rot = 0

Else
    Ecomun.metodo.Caption = "EXACTO"
    'Formulas del cuadripolo
    'Ganancia de Intensidad
    ait = (valorhoe * valorRE - valorhfe) / (1 + valorhoe *
(valorRLC + valorRE))
    Ecomun.ait.Caption = ait
    'Rit
    rit = (1 - ait) * valorRE + valorhie + valorhre * ait *
(valorRLC + ((ait - 1) / ait) * valorRE)

    Ecomun.rit.Caption = rit

```

```

'Ganancia de Voltaje
avt = (ait * valorRLC) / rit
Ecomun.avt.Caption = avt
'Rst
rst = (valorR12 * valorRS) / (valorR12 + valorRS)
'Rot
rot = ((1 + valorhfe) * valorRE + (rst + valorhie) * (1 +
valorhoe * valorRE)) / (valorhoe * (valorRE + rst + valorhie -
(valorhre * valorhfe) / valorhoe))
Ecomun.rot.Caption = rot

End If

'Ecuaciones Etapa Entera
'R12M
valorRM = valorR / (1 - avt) 'RM es la resistencia miller que
esta en paralelo con R12
If valorRM = 0 Then
    valorR12M = valorR12
Else
    If valorR12 = 0 Then
        valorR12M = valorRM
    Else
        valorR12M = (valorR12 * valorRM) / (valorR12 + valorRM)
    End If
End If
'Ri
ri = (valorR12M * rit) / (valorR12M + rit)
Ecomun.ri.Caption = ri
'Av
av = avt
Ecomun.av.Caption = av
'Ro
If valorRCM <> 0 And valorRL <> 0 Then
    ro = (valorRCM * rot) / (valorRCM + rot)
    If ro = 0 Then ro = valorRCM 'ro sera igual a 0 cuando rot
sea 0 es decir metodo aproximado
    Ecomun.ro.Caption = ro
Else
    ro = rot

    If ro = 0 Then
        Ecomun.ro.Caption = "infinito"
    Else
        Ecomun.ro.Caption = ro
    End If

End If

'Ro prima
If ro = 0 Or rot = 0 Then
    'Para que ro sea = 0 tiene que ser metodo exacto (rot
infinito=0) y que RC no exista
    'Cabe la posibilidad que Ro<>0 (existe RC) pero si Rto =0
entonces rop= paralelo RL y RC

```

```

    Ecomun.rop.Caption = valorRLC
Else
    rop = (valorRLC * rot) / (valorRLC + rot)
    Ecomun.rop.Caption = rop
'es el paralelo RLC con rot porque si fuera con Ro en vez de
rot y existen RC y RL haria el paralelo con RC dos veces
End If
'Avs
Ecomun.avs.Caption = av * (ri / (ri + valorRS))

'CALCULO PUNTO Q
If valorR2 = 0 Then
    vth = valorVCC
Else
    vth = valorVCC * (valorR2 / (valorR1 + valorR2))
End If

If Ecomun.RE.Text = "Cero" Then
    valorRE = ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c16")
End If

If valorRC = 0 Then
    valorRC = valorRL
    valorRLC = valorRL
Else
    valorRLC = (valorRL * valorRC) / (valorRL + valorRC)
End If

rth = valorR12
icq = ((vth - 0.7) * valorhfe) / (rth + valorhfe * valorRE)

vceq = valorVCC - icq * (valorRC + valorRE)

'Introduzco los puntos de la recta en el excel para que me
calculen la gráfica
'Recta en continua
'Puntos X
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c7") = 0
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c8") = vceq
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c9") = valorVCC
'Puntos Y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d7") = (valorVCC /
(valorRC + valorRE)) * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d8") = icq * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d9") = 0

'Recta en alterna
'Puntos X
'Para que la grafica en alterna tenga mas de dos puntos
añado otro punto situado antes del punto Q
x = vceq - (vceq / 2)
'Punto de corte con el eje x
x2 = valorRLC * icq + vceq
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c11") = x
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c12") = vceq
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c13") = x2

'Puntos y

```

```

ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d11") = ((-x * icq
+ vceq * icq + (x2 - vceq) * icq) * 1000) / (x2 - vceq)
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d12") = icq * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d13") = 0

'Calculo MARGEN DINAMICO
If vceq > (x2 - vceq) Then
    vout1 = x2 - vceq

Else
    vout1 = vceq

End If
Vin1 = (vout1 / Abs(av)) * 1000
Ecomun.vimax.Caption =
Application.WorksheetFunction.Round(Vin1, 1)
On Error GoTo 0
End If
End Sub

Sub Limpiarrecuadros()
Ecomun.R1.Text = ""
Ecomun.RE.Text = ""
Ecomun.RL.Text = ""
Ecomun.RC.Text = ""
Ecomun.R2.Text = ""
Ecomun.Rs.Text = ""
Ecomun.hie.Text = ""
Ecomun.hfe.Text = ""
Ecomun.hre.Text = ""
Ecomun.hoe.Text = ""
Ecomun.R.Text = ""
Ecomun.metodo.Caption = ""
Ecomun.ait.Caption = ""
Ecomun.avt.Caption = ""
Ecomun.rit.Caption = ""
Ecomun.rot.Caption = ""

Ecomun.ai.Caption = ""
Ecomun.av.Caption = ""
Ecomun.ri.Caption = ""
Ecomun.ro.Caption = ""
Ecomun.rop.Caption = ""
Ecomun.avs.Caption = ""
Ecomun.vcc.Text = ""
Ecomun.vimax.Caption = ""
End Sub
Sub botonRL()
If Ecomun.ToggleButtonRL = True Then
    Ecomun.RL.Text = "infinito"
    Ecomun.ToggleButtonRL.Caption = "Sin RL"
End If
If Ecomun.ToggleButtonRL = False Then
    Ecomun.RL.Text = ""
    Ecomun.ToggleButtonRL.Caption = "Con RL"
End If
End Sub

```

```

Sub botonR()
  If Ecomun.ToggleButtonR = True Then
    Ecomun.R.Text = "infinito"
    Ecomun.ToggleButtonR.Caption = "Sin R"
  End If
  If Ecomun.ToggleButtonR = False Then
    Ecomun.R.Text = ""
    Ecomun.ToggleButtonR.Caption = "Con R"
  End If
End Sub

Sub botonR2()
  If Ecomun.ToggleButtonR2 = True Then
    Ecomun.R2.Text = "infinito"
    Ecomun.ToggleButtonR2.Caption = "Sin R2"
  End If
  If Ecomun.ToggleButtonR2 = False Then
    Ecomun.R2.Text = ""
    Ecomun.ToggleButtonR2.Caption = "Con R2"
  End If
End Sub

Sub botonRE()
  If Ecomun.ToggleButtonRE = True Then
    Ecomun.RE.Text = "Cero"
    Ecomun.ToggleButtonRE.Caption = "Sin RE"
  End If
  If Ecomun.ToggleButtonRE = False Then
    Ecomun.RE.Text = ""
    Ecomun.ToggleButtonRE.Caption = "Con RE"
  End If
End Sub

Sub botonRC()
  If Ecomun.ToggleButtonRC = True Then
    Ecomun.RC.Text = "infinito"
    Ecomun.ToggleButtonRC.Caption = "Sin RC"
  End If
  If Ecomun.ToggleButtonRC = False Then
    Ecomun.RC.Text = ""
    Ecomun.ToggleButtonRC.Caption = "Con RC"
  End If
End Sub

```

## CODIGO MODULO COLECTOR COMUN

```
Attribute VB_Name = "ProcedimientosCC"

Sub LanzarCcomun ()
    Ccomun.Show
End Sub
Sub LanzarTeoria_CC ()
    Teoria_BJT.Show
End Sub

Sub botoncalcular ()
    'Declaracion de variables
    'Resistencias
    Dim valorR1 As Single
    Dim valorRS As Single
    Dim valorR2 As Single
    Dim valorRL As Single
    Dim valorRE As Single
    Dim valorRLE As Single
    Dim valorR12 As Single
    'Parametros Transistor
    Dim valorhfe As Single
    Dim valorhre As Single
    Dim valorhie As Single
    Dim valorhoe As Single

    Dim valorhfc As Single
    Dim valorhrc As Single
    Dim valorhic As Single
    Dim valorhoc As Single

    Dim resultado As Single
    'Cuadripolo
    Dim ait As Single
    Dim rot As Single
    Dim avt As Single
    Dim rit As Single
    Dim rst As Single
    'Etapa
    Dim ai As Single
    Dim ro As Single
    Dim av As Single
    Dim ri As Single

On Error Resume Next

'Comprueba que los cuadros de escribir no estan vacios
If Ccomun.R1.Text = Empty Or Ccomun.Rs.Text = Empty Or
Ccomun.R2.Text = Empty Or Ccomun.hfe.Text = Empty Or
Ccomun.hie.Text = Empty Or Ccomun.hre.Text = Empty Or Ccomun.hoe =
Empty Then
    MsgBox "Debe ingresar un numero en cada recuadro, si
no quieres que aparezca alguna resistencia pulsa el botón de su
derecha", vbInformation + vbOKOnly, "Información importante."
ElseIf Ccomun.RL.Text = Empty Or Ccomun.RL.Text = "infinito" Then
```



```

        MsgBox "La Resistencia RL no debe ir sin valor o ser
infinito ya que es por donde pasa la intensidad Io", vbInformation
+ vbOKOnly, "Resistencia RL."

Else
    valorhie = Ccomun.hie.Text
    valorhfe = Ccomun.hfe.Text
    valorhoe = Ccomun.hoe.Text
    valorhre = Ccomun.hre.Text

    If Ccomun.Rs.Text = "infinito" Then
        valorRS = 0
    Else
        valorRS = Ccomun.Rs.Text
    End If

    If Ccomun.R1.Text = "infinito" Then
        valorR1 = 0
    Else
        valorR1 = Ccomun.R1.Text
    End If

    If Ccomun.R2.Text = "infinito" Then
        valorR2 = 0
    Else
        valorR2 = Ccomun.R2.Text
    End If

    If Ccomun.RL.Text = "infinito" Then
        valorRL = 0
    Else
        valorRL = Ccomun.RL.Text
    End If

    If Ccomun.RE.Text = "infinito" Then
        valorRE = 0
    Else
        valorRE = Ccomun.RE.Text
    End If

    valorhfc = -(1 + valorhfe)
    valorhic = valorhie
    valorhoc = valorhoe
    valorhrc = 1
    valorRLE = ((valorRL * valorRE) / (valorRL + valorRE))
    valorR12 = ((valorR1 * valorR2) / (valorR1 + valorR2))

    'Coomprobacion que R12 y RLT no nos de 0
    If valorR1 = 0 Then valorR12 = valorR2

    If valorR2 = 0 Then valorR12 = valorR1

    If valorRL = 0 Then valorRLE = valorRE

    If valorRE = 0 Then valorRLE = valorRL

```

```

resultado = valorhoc * valorRLE

If resultado <= 0.1 Then
    Ccomun.metodo.Caption = "APROXIMADO"
    'Formulas del cuadripolo
    'Ganancia de Intensidad
    ait = 1 + valorhfe
    Ccomun.ait.Caption = ait
    'Rit
    rit = valorhie + (1 + valorhfe) * valorRLE
    Ccomun.rit.Caption = rit
    'Ganancia de Voltaje
    avt = 1 - (valorhie / rit)
    Ccomun.avt.Caption = avt
    'Rst
    rst = (valorRS * valorR12) / (valorRS + valorR12)
    'Rot    estas son con hie y hfe
    rot = (rst + valorhie) / (1 + valorhfe)
    Ccomun.rot.Caption = rot

Else
    Ccomun.metodo.Caption = "EXACTO"
    'Formulas del cuadripolo
    'Ganancia de Intensidad
    ait = (-valorhfc) / (1 + valorhoc * valorRLE)
    Ccomun.ait.Caption = ait
    'Rit
    rit = valorhic + valorhrc * ait * valorRLE
    Ccomun.rit.Caption = rit
    'Ganancia de Voltaje
    avt = (ait * valorRLE) / rit
    Ccomun.avt.Caption = avt
    'Rst
    rst = (valorRS * valorR12) / (valorRS + valorR12)
    'Rot
    rot = ((rst + valorhic) / (valorhoc * (rst + valorhic) -
(valorhrc * valorhfc))
    Ccomun.rot.Caption = rot

End If

'Ecuaciones Etapa Entera
'Ri
ri = (valorR12 * rit) / (valorR12 + rit)
Ccomun.ri.Caption = ri
'Av
av = avt
Ccomun.av.Caption = av
'Ro
If valorRE <> 0 Then
    ro = (rot * valorRE) / (rot + valorRE)
Else
    ro = rot
End If

```

```

Ccomun.ro.Caption = ro
'Ai
ai = av * ri / valorRL
Ccomun.ai.Caption = ai
'Ro prima
Ccomun.rop.Caption = (rot * valorRLE) / (rot + valorRLE)
'Avs
Ccomun.av.s.Caption = av * (ri / (ri + valorRS))

'CALCULO PUNTO Q
valorVCC = Ccomun.vcc.Text
If valorR2 = 0 Then
    vth = valorVCC
Else
    vth = valorVCC * (valorR2 / (valorR1 + valorR2))
End If

If Ccomun.RE.Text = "infinito" Then
    valorRE = ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c16")
End If

If valorRE = 0 Then
    valorRE = valorRL
    valorRLE = valorRL
Else
    valorRLE = (valorRL * valorRE) / (valorRL + valorRE)
End If

rth = valorR12
icq = ((vth - 0.7) * valorhfe) / (rth + valorhfe * valorRE)

vceq = valorVCC - icq * (valorRC + valorRE)

'Introduzco los puntos de la recta en el excel para que me
calculen la gráfica
'Recta en continua
'Puntos X
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c7") = 0
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c8") = vceq
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c9") = valorVCC
'Puntos Y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d7") = (valorVCC /
(valorRC + valorRE)) * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d8") = icq * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d9") = 0

'Recta en alterna
'Puntos X
'Para que la grafica en alterna tenga mas de dos puntos
añado otro punto situado antes del punto Q
x = vceq - (vceq / 2)
'Punto de corte con el eje x
x2 = valorRLE * icq + vceq
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c11") = x
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c12") = vceq
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c13") = x2

'Puntos y

```

```

    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d11") = ((-x * icq
+ vceq * icq + (x2 - vceq) * icq) * 1000) / (x2 - vceq)
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d12") = icq * 1000
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d13") = 0

    'Calculo MARGEN DINAMICO
    If vceq > (x2 - vceq) Then
        vout1 = x2 - vceq
    Else
        vout1 = vceq
    End If
    Vin1 = (vout1 / Abs(av)) * 1000
    Ccomun.vimax.Caption =
Application.WorksheetFunction.Round(Vin1, 1)

End If
On Error GoTo 0
End Sub
Sub Limpiarrecuadros()
    Ccomun.R1.Text = ""
    Ccomun.RE.Text = ""
    Ccomun.RL.Text = ""
    Ccomun.R2.Text = ""
    Ccomun.Rs.Text = ""
    Ccomun.hie.Text = ""
    Ccomun.hfe.Text = ""
    Ccomun.hre.Text = ""
    Ccomun.hoe.Text = ""
    Ccomun.metodo.Caption = ""
    Ccomun.ait.Caption = ""
    Ccomun.avt.Caption = ""
    Ccomun.rit.Caption = ""
    Ccomun.rot.Caption = ""
    Ccomun.ai.Caption = ""
    Ccomun.av.Caption = ""
    Ccomun.ri.Caption = ""
    Ccomun.ro.Caption = ""
    Ccomun.rop.Caption = ""
    Ccomun.avs.Caption = ""
    Ccomun.vcc.Text = ""
    Ccomun.vimax.Caption = ""
End Sub
Sub botonRL()
    If Ccomun.ToggleButtonRL = True Then
        Ccomun.RL.Text = "infinito"
        Ccomun.ToggleButtonRL.Caption = "Sin RL"
    End If
    If Ccomun.ToggleButtonRL = False Then
        Ccomun.RL.Text = ""
        Ccomun.ToggleButtonRL.Caption = "Con RL"
    End If
End Sub
Sub botonR2()
    If Ccomun.ToggleButtonR2 = True Then
        Ccomun.R2.Text = "infinito"
        Ccomun.ToggleButtonR2.Caption = "Sin R2"
    End If
    If Ccomun.ToggleButtonR2 = False Then

```

```

Ccomun.R2.Text = ""
Ccomun.ToggleButtonR2.Caption = "Con R2"
End If
End Sub

Sub botonRE ()
If Ccomun.ToggleButtonRE = True Then
Ccomun.RE.Text = "infinito"
Ccomun.ToggleButtonRE.Caption = "Sin RE"
End If
If Ccomun.ToggleButtonRE = False Then
Ccomun.RE.Text = ""
Ccomun.ToggleButtonRE.Caption = "Con RE"
End If
End Sub

```

## CODIGO MODULO SURTIDOR COMUN

```

Attribute VB_Name = "ProcedimientosSC"
Sub LanzarScomun ()
Scomun.Show
End Sub
Sub LanzarTeoria_SC ()
Teoria_FET.Show
End Sub

Sub botoncalcular ()

Dim valorR1 As Single
Dim valorRS As Single
Dim valorR2 As Single
Dim valorRL As Single
Dim valorRD As Single
Dim valorR12 As Single
Dim valorRLD As Single
'Parametros Transistor
Dim Valoru As Single
Dim Valorrdd As Single

'Etapa
Dim rop As Single
Dim ro As Single
Dim rot As Single
Dim av As Single
Dim ri As Single

On Error Resume Next

'Comprueba que los cuadros de escribir no estan vacios
If Scomun.R1.Text = Empty Or Scomun.R2.Text = Empty Or
Scomun.rd.Text = Empty Or Scomun.Rs.Text = Empty Or Scomun.RL.Text
= Empty Or Scomun.u.Text = Empty Or Scomun.rdd.Text = Empty Then

```

```

        MsgBox "Debe ingresar un numero en cada recuadro, si no
quieres que aparezca alguna resistencia pulsa el botón de su
derecha", vbInformation + vbOKOnly, "Información importante."
Else
    Valoru = Scomun.u.Text
    Valorrdd = Scomun.rdd.Text

    If Scomun.Rs.Text = "Cero" Then
        valorRS = 0
    Else
        valorRS = Scomun.Rs.Text
    End If

    If Scomun.R1.Text = "infinito" Then
        valorR1 = 0
    Else
        valorR1 = Scomun.R1.Text
    End If

    If Scomun.R2.Text = "infinito" Then
        valorR2 = 0
    Else
        valorR2 = Scomun.Rs.Text
    End If

    If Scomun.RL.Text = "infinito" Then
        valorRL = 0
    Else
        valorRL = Scomun.Rs.Text
    End If

    If Scomun.rd.Text = "infinito" Then
        valorRD = 0
    Else
        valorRD = Scomun.rd.Text
    End If

    If valorR1 = 0 And valorR2 = 0 Then
        valorR12 = 0
    Else
        valorR12 = ((valorR1 * valorR2) / (valorR1 + valorR2))
    End If

    If valorRL = 0 And valorRD = 0 Then
        valorRLD = 0
    Else
        valorRLD = ((valorRL * valorRD) / (valorRL + valorRD))
    End If

    'Coomprobacion que R12 y RLT no nos de 0
    If valorR1 = 0 Then valorR12 = valorR2

    If valorR2 = 0 Then valorR12 = valorR1

    If valorRL = 0 Then valorRLD = valorRD

    If valorRD = 0 Then valorRLD = valorRL

```

```

'Ecuaciones Etapa Entera
'Ri
ri = valorR12
If ri = 0 Then
    Scomun.ri.Caption = "infinito"
Else
    Scomun.ri.Caption = ri
End If

'Av
av = (-Valoru * valorRLD) / (Valorrdd + valorRLD + valorRS *
(Valoru + 1))
Scomun.av.Caption = av
'Ro
rot = Valorrdd + valorRS * (Valoru + 1)
Scomun.rot.Caption = rot
If valorRD <> 0 And valorRL <> 0 Then
    ro = (rot * valorRD) / (rot + valorRD)
Else
    ro = rot
End If
Scomun.ro.Caption = ro
'Ro prima
Scomun.rop.Caption = (rot * valorRLD) / (rot + valorRLD)
End If
On Error GoTo 0
End Sub
Sub Limpiarrecuadros ()
    Scomun.R1.Text = ""
    Scomun.rd.Text = ""
    Scomun.RL.Text = ""
    Scomun.R2.Text = ""
    Scomun.Rs.Text = ""
    Scomun.u.Text = ""
    Scomun.rdd.Text = ""
    Scomun.av.Caption = ""
    Scomun.ri.Caption = ""
    Scomun.ro.Caption = ""
    Scomun.rop.Caption = ""
    Scomun.rot.Caption = ""
End Sub
Sub botonRL ()
    If Scomun.ToggleButtonRL = True Then
        Scomun.RL.Text = "infinito"
        Scomun.ToggleButtonRL.Caption = "Sin RL"
    End If
    If Scomun.ToggleButtonRL = False Then
        Scomun.RL.Text = ""
        Scomun.ToggleButtonRL.Caption = "Con RL"
    End If
End Sub
Sub botonR2 ()
    If Scomun.ToggleButtonR2 = True Then
        Scomun.R2.Text = "infinito"
        Scomun.ToggleButtonR2.Caption = "Sin R2"
    End If
End Sub

```

```

End If
If Scomun.ToggleButtonR2 = False Then
    Scomun.R2.Text = ""
    Scomun.ToggleButtonR2.Caption = "Con R2"
End If
End Sub
Sub botonRS ()
    If Scomun.ToggleButtonRS = True Then
        Scomun.Rs.Text = "Cero"
        Scomun.ToggleButtonRS.Caption = "Sin RS"
    End If
    If Scomun.ToggleButtonRS = False Then
        Scomun.Rs.Text = ""
        Scomun.ToggleButtonRS.Caption = "Con RS"
    End If
End Sub
Sub botonRD ()
    If Scomun.ToggleButtonRD = True Then
        Scomun.rd.Text = "infinito"
        Scomun.ToggleButtonRD.Caption = "Sin RD"
    End If
    If Scomun.ToggleButtonRD = False Then
        Scomun.rd.Text = ""
        Scomun.ToggleButtonRD.Caption = "Con RD"
    End If
End Sub

```



## CODIGO MODULO DRENADOR COMUN

```
Attribute VB_Name = "ProcedimientosDC"
Sub LanzarDcomun ()
    Dcomun.Show
End Sub
Sub LanzarTeoria_DC ()
    Teoria_FET.Show
End Sub

Sub botoncalcular ()

    Dim valorR1 As Single
    Dim valorRS As Single
    Dim valorR2 As Single
    Dim valorRL As Single
    Dim valorRD As Single
    Dim valorR12 As Single
    Dim valorRLS As Single
        'Parametros Transistor
    Dim Valoru As Single
    Dim Valorrdd As Single

        'Etapa
    Dim rop As Single
    Dim ro As Single
    Dim av As Single
    Dim ri As Single
    Dim rot As Single

On Error Resume Next

'Comprueba que los cuadros de escribir no estan vacios
If Dcomun.R1.Text = Empty Or Dcomun.R2.Text = Empty Or
Dcomun.rd.Text = Empty Or Dcomun.Rs.Text = Empty Or Dcomun.RL.Text
= Empty Or Dcomun.u.Text = Empty Or Dcomun.rdd.Text = Empty Then
    MsgBox "Debe ingresar un numero en cada recuadro, si no
quieres que aparezca alguna resistencia pulsa el botón de su
derecha", vbInformation + vbOKOnly, "Información importante."
Else
    Valoru = Dcomun.u.Text
    Valorrdd = Dcomun.rdd.Text

    If Dcomun.Rs.Text = "infinito" Then
        valorRS = 0
    Else
        valorRS = Dcomun.Rs.Text
    End If

    If Dcomun.R1.Text = "infinito" Then
        valorR1 = 0
    Else
        valorR1 = Dcomun.R1.Text
    End If

    If Dcomun.R2.Text = "infinito" Then
        valorR2 = 0
    Else
```

```

    valorR2 = Dcomun.R2.Text
End If

If Dcomun.RL.Text = "infinito" Then
    valorRL = 0
Else
    valorRL = Dcomun.RL.Text
End If

If Dcomun.rd.Text = "Cero" Then
    valorRD = 0
Else
    valorRD = Dcomun.rd.Text
End If

If valorR1 = 0 And valorR2 = 0 Then
    valorR12 = 0
Else
    valorR12 = ((valorR1 * valorR2) / (valorR1 + valorR2))
End If

If valorRL = 0 And valorRS = 0 Then
    valorRLS = 0
Else
    valorRLS = ((valorRL * valorRS) / (valorRL + valorRS))
End If

'Comprobacion que R12 y RLS no nos de 0
If valorR1 = 0 Then valorR12 = valorR2

If valorR2 = 0 Then valorR12 = valorR1

If valorRL = 0 Then valorRLS = valorRS

If valorRS = 0 Then valorRLS = valorRL

'Ecuaciones Etapa Entera
'Ri
ri = valorR12
Dcomun.ri.Caption = ri
'Av
av = (Valoru * valorRLS) / (Valorrdd + valorRLS * (Valoru +
1))
Dcomun.av.Caption = av
'Ro
rot = Valorrdd / (Valoru + 1)
Dcomun.rot.Caption = rot
If valorRL <> 0 And valorRS <> 0 Then
    ro = (rot * valorRS) / (rot + valorRS)
Else
    ro = rot
End If
Dcomun.ro.Caption = ro
'Ro prima
Dcomun.rop.Caption = (rot * valorRLS) / (rot + valorRLS)
End If
On Error GoTo 0

```

```

End Sub
Sub Limpiarrecuadros ()
    Dcomun.R1.Text = ""
    Dcomun.rd.Text = ""
    Dcomun.RL.Text = ""
    Dcomun.R2.Text = ""
    Dcomun.Rs.Text = ""
    Dcomun.u.Text = ""
    Dcomun.rdd.Text = ""
    Dcomun.av.Caption = ""
    Dcomun.ri.Caption = ""
    Dcomun.ro.Caption = ""
    Dcomun.rop.Caption = ""
    Dcomun.rot.Caption = ""

End Sub

Sub botonRL ()
    If Dcomun.ToggleButtonRL = True Then
        Dcomun.RL.Text = "infinito"
        Dcomun.ToggleButtonRL.Caption = "Sin RL"
    End If
    If Dcomun.ToggleButtonRL = False Then
        Dcomun.RL.Text = ""
        Dcomun.ToggleButtonRL.Caption = "Con RL"
    End If
End Sub

Sub botonR2 ()
    If Dcomun.ToggleButtonR2 = True Then
        Dcomun.R2.Text = "infinito"
        Dcomun.ToggleButtonR2.Caption = "Sin R2"
    End If
    If Dcomun.ToggleButtonR2 = False Then
        Dcomun.R2.Text = ""
        Dcomun.ToggleButtonR2.Caption = "Con R2"
    End If
End Sub

Sub botonRS ()
    If Dcomun.ToggleButtonRS = True Then
        Dcomun.Rs.Text = "infinito"
        Dcomun.ToggleButtonRS.Caption = "Sin RS"
    End If
    If Dcomun.ToggleButtonRS = False Then
        Dcomun.Rs.Text = ""
        Dcomun.ToggleButtonRS.Caption = "Con RS"
    End If
End Sub

Sub botonRD ()
    If Dcomun.ToggleButtonRD = True Then
        Dcomun.rd.Text = "Cero"
        Dcomun.ToggleButtonRD.Caption = "Sin RD"
    End If
    If Dcomun.ToggleButtonRD = False Then
        Dcomun.rd.Text = ""
        Dcomun.ToggleButtonRD.Caption = "Con RD"
    End If
End Sub

```

## CODIGO MODULO EMISOR COMUN - EMISOR COMUN

```
Attribute VB_Name = "ProcedimientosEC_EC"  
Sub LanzarEC_EC()  
    EC_EC.Show  
End Sub  
Sub LanzarTeoria_EC_EC()  
    Teoria_VARIAS_ETAPAS.Show  
End Sub  
Sub botoncalcular()  
    'Declaracion de variables  
    'Resistencias  
    Dim valorR1 As Single  
    Dim valorRS As Single  
    Dim valorR2 As Single  
    Dim valorRL As Single  
    Dim valorRE1 As Single  
    Dim valorRC1 As Single  
    Dim valorRE2 As Single  
    Dim valorRC2 As Single  
    Dim valorR3 As Single  
    Dim valorR4 As Single  
    Dim valorR12 As Single  
    Dim valorRLC2 As Single  
    Dim valorRLC1 As Single  
    Dim valorR34 As Single  
    Dim valorRC134 As Single  
    'Parametros Transistor  
    Dim valorhfe As Single  
    Dim valorhre As Single  
    Dim valorhie As Single  
    Dim valorhoe As Single  
  
    Dim resultado1 As Single  
    Dim resultado2 As Single  
    'Cuadripolo  
    Dim ait1 As Single  
    Dim rot1 As Single  
    Dim avt1 As Single  
    Dim rit1 As Single  
    Dim rst1 As Single  
    Dim ait2 As Single  
    Dim rot2 As Single  
    Dim avt2 As Single  
    Dim rit2 As Single  
    Dim rst2 As Single  
    'Etapa  
    Dim ai As Single  
    Dim ro As Single  
    Dim rop As Single  
    Dim av As Single  
    Dim ri As Single  
  
On Error Resume Next  
  
'Comprueba que los cuadros de escribir no estan vacios  
If EC_EC.R1.Text = Empty Or EC_EC.R2.Text = Empty Or  
EC_EC.RC1.Text = Empty Or EC_EC.Rs.Text = Empty Or EC_EC.RE1.Text
```

```

= Empty Or EC_EC.R3.Text = Empty Or EC_EC.R4.Text = Empty Or
EC_EC.RC2.Text = Empty Or EC_EC.RE2.Text = Empty Or EC_EC.hfe.Text
= Empty Or EC_EC.hie.Text = Empty Or EC_EC.hre.Text = Empty Or
EC_EC.hoe = Empty Then
    MsgBox "Debe ingresar un numero en cada recuadro, si
no quieres que aparezca alguna resistencia pulsa el botón de su
derecha", vbInformation + vbOKOnly, "Información importante."
ElseIf EC_EC.RL.Text = Empty Or EC_EC.RL.Text = "infinito" Then
    MsgBox "La Resistencia RL no debe ir sin valor o sre
infinito ya que es por donde pasa la intensidad Io, si es
necesario deje en blanco RC2 pero no RL", vbInformation +
vbOKOnly, "Resistencia RL."
Else
    'Introduzcan el valor de los recuadros en las variables y si
son infinito
    valorhie = EC_EC.hie.Text
    valorhfe = EC_EC.hfe.Text
    valorhoe = EC_EC.hoe.Text
    valorhre = EC_EC.hre.Text

    If EC_EC.Rs.Text = "infinito" Then
        valorRS = 0
    Else
        valorRS = EC_EC.Rs.Text
    End If

    If EC_EC.R1.Text = "infinito" Then
        valorR1 = 0
    Else
        valorR1 = EC_EC.R1.Text
    End If

    If EC_EC.R2.Text = "infinito" Then
        valorR2 = 0
    Else
        valorR2 = EC_EC.R2.Text
    End If

    If EC_EC.RL.Text = "infinito" Then
        valorRL = 0
    Else
        valorRL = EC_EC.RL.Text
    End If

    If EC_EC.RE1.Text = "Cero" Then
        valorRE1 = 0
    Else
        valorRE1 = EC_EC.RE1.Text
    End If

    If EC_EC.RC1.Text = "infinito" Then
        valorRC1 = 0
    Else
        valorRC1 = EC_EC.RC1.Text
    End If
    If EC_EC.R3.Text = "infinito" Then
        valorR3 = 0
    Else

```

```

    valorR3 = EC_EC.R3.Text
End If

If EC_EC.R4.Text = "infinito" Then
    valorR4 = 0
Else
    valorR4 = EC_EC.R4.Text
End If

If EC_EC.RC2.Text = "infinito" Then
    valorRC2 = 0
Else
    valorRC2 = EC_EC.RC2.Text
End If

If EC_EC.RE2.Text = "Cero" Then
    valorRE2 = 0
Else
    valorRE2 = EC_EC.RE2.Text
End If

'Hago el paralelo de las resistencias
valorR34 = ((valorR3 * valorR4) / (valorR3 + valorR4))
valorR12 = ((valorR1 * valorR2) / (valorR1 + valorR2))
valorRLC2 = (valorRL * valorRC2) / (valorRL + valorRC2)
'Coombrocion que RL
If valorRL = 0 Then valorRLC2 = valorRC2
If valorRC2 = 0 Then valorRLC2 = valorRL
'Coombrocion que R34
If valorR3 = 0 Then valorR34 = valorR4
If valorR4 = 0 Then valorR34 = valorR3
'Coombrocion que R12
If valorR1 = 0 Then valorR12 = valorR2
If valorR2 = 0 Then valorR12 = valorR1

'Transistor2
resultado2 = valorhoe * (valorRLC2 + valorRE2)

If resultado2 <= 0.1 Then
    EC_EC.metodo2.Caption = "APROXIMADO"
    'Formulas del cuadripolo
    'Ganancia de Intensidad
    ait2 = -valorhfe
    EC_EC.ait2.Caption = ait2
    'Rit
    rit2 = valorhie + (1 + valorhfe) * valorRE2
    EC_EC.rit2.Caption = rit2
    'Ganancia de Voltaje
    avt2 = -(valorhfe * valorRLC2) / rit2
    EC_EC.avt2.Caption = avt2
    'Rot
    EC_EC.rot2.Caption = "infinito"
    rot2 = 0

Else
    EC_EC.metodo2.Caption = "EXACTO"
    'Formulas del cuadripolo

```

```

        'Ganancia de Intensidad
        ait2 = (valorhoe * valorRE2 - valorhfe) / (1 + valorhoe *
(valorRLC2 + valorRE2))
        EC_EC.ait2.Caption = ait2
        'Rit
        rit2 = (1 - ait2) * valorRE2 + valorhie + valorhre * ait2
* (valorRLC2 + ((ait2 - 1) / ait2) * valorRE2)

        EC_EC.rit2.Caption = rit2
        'Ganancia de Voltaje
        avt2 = (ait2 * valorRLC2) / rit2
        EC_EC.avt2.Caption = avt2
        'Rot2
        'Introduzco un valor en rot2 para luego saber si estoy en
metodo exacto y calcularlo
        rot2 = 5

    End If
'Transistor1
    'Primero calculo la resistencia de carga del transistor 1
haciendo paralelo RC1 R34 y Rit2
valorRC134 = (valorR34 * valorRC1) / (valorR34 + valorRC1)

    If valorR34 = 0 Then valorRC134 = valorRC1
    If valorRC1 = 0 Then valorRC134 = valorR34

valorRLC1 = (rit2 * valorRC134) / (rit2 + valorRC134)

    If rit2 = 0 Then valorRLC1 = valorRC134
    If valorRC134 = 0 Then valorRLC1 = rit2

resultado1 = valorhoe * (valorRLC1 + valorRE1)

    If resultado1 <= 0.1 Then
        EC_EC.metodo1.Caption = "APROXIMADO"
        'Formulas del cuadripolo
        'Ganancia de Intensidad
        ait1 = -valorhfe
        EC_EC.ait1.Caption = ait1
        'Rit
        rit1 = valorhie + (1 + valorhfe) * valorRE1
        EC_EC.rit1.Caption = rit1
        'Ganancia de Voltaje
        avt1 = -(valorhfe * valorRLC1) / rit1
        EC_EC.avt1.Caption = avt1
        'Rot1
        EC_EC.rot1.Caption = "infinito"
        rot1 = 0
        'Rst1
        rst1 = (valorR12 * valorRS) / (valorR12 + valorRS)
        EC_EC.rst1.Caption = rst1

    Else
        EC_EC.metodo1.Caption = "EXACTO"
        'Formulas del cuadripolo
        'Ganancia de Intensidad
        ait1 = (valorhoe * valorRE1 - valorhfe) / (1 + valorhoe *
(valorRLC1 + valorRE1))

```

```

    EC_EC.ait1.Caption = ait1
    'Rit
    rit1 = (1 - ait1) * valorRE1 + valorhie + valorhre * ait1
* (valorRLC1 + ((ait1 - 1) / ait1) * valorRE1)

    EC_EC.rit1.Caption = rit1
    'Ganancia de Voltaje
    avt1 = (ait * valorRLC1) / rit1
    EC_EC.avt1.Caption = avt1
    'Rst1
    rst1 = (valorR12 * valorRS) / (valorR12 + valorRS)
    EC_EC.rst1.Caption = rst1
    'Rot1
    rot1 = ((1 + valorhfe) * valorRE1 + (rst1 + valorhie) *
(1 + valorhoe * valorRE1)) / (valorhoe * (valorRE1 + rst1 +
valorhie - (valorhre * valorhfe) / valorhoe))
    EC_EC.rot1.Caption = rot1

End If
'Ecuaciones Etapa Entera
'Ri
ri = (valorR12 * rit1) / (valorR12 + rit1)
EC_EC.ri.Caption = ri
'Av
av = avt1 * avt2
EC_EC.av.Caption = av
'Ai
ai = av * (ri / valorRL)
EC_EC.ai.Caption = ai
'Rst2
rst2 = (valorRC134 * rot1) / (valorRC134 + rot1)

If valorRC134 = 0 Then rst2 = rot1
If rot1 = 0 Then rst2 = valorRC134
EC_EC.rst2.Caption = rst2
'Rot2
If rot2 = 5 Then
    rot2 = ((1 + valorhfe) * valorRE2 + (rst2 + valorhie) * (1
+ valorhoe * valorRE2)) / (valorhoe * (valorRE2 + rst2 + valorhie
- (valorhre * valorhfe) / valorhoe))
    EC_EC.rot2.Caption = rot2
End If

'Ro o Ro2 (es lo mismo)
If valorRC2 <> 0 And valorRL <> 0 Then
    ro = (valorRC2 * rot2) / (valorRC2 + rot2)
    If ro = 0 Then ro = valorRC2 'ro sera igual a 0 cuando rot
sea 0 es decir metodo aproximado
    EC_EC.ro.Caption = ro
Else
    ro = rot2

    If ro = 0 Then
        EC_EC.ro.Caption = "infinito"
    Else
        EC_EC.ro.Caption = ro
    End If
End If

```



```

End If

'Ro prima
If ro = 0 Or rot = 0 Then
'Para que ro sea = 0 tiene que ser metodo exacto (rot
infinito=0) y que RC no exista
'si Existe RC y rot es =0 Rop sigue siendo paralelo de RC y RL
    EC_EC.rop.Caption = valorRLC2
Else
    EC_EC.rop.Caption = (valorRLC2 * rot2) / (valorRLC2 +
rot2)
'es el paralelo RLC con rot porque si fuera con Ro en vez de
rot y existen RC y RL haria el paralelo con RC dos veces
End If
'Avs
    EC_EC.avs.Caption = av * (ri / (ri + valorRS))

'CALCULO PUNTO Q TRANSISTOR 1
valorVCC = EC_EC.vcc.Text
If valorR2 = 0 Then
    vth = valorVCC
Else
    vth = valorVCC * (valorR2 / (valorR1 + valorR2))
End If

If EC_EC.RE1.Text = "Cero" Then
    valorRE1 = ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c16")
End If

rth = valorR12
    icq = ((vth - 0.7) * valorhfe) / (rth + valorhfe * valorRE1)

    vceq = valorVCC - icq * (valorRC1 + valorRE1)

'Introduzco los puntos de la recta en el excel para que me
calculen la gráfica
'Recta en continua
'Puntos X
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c7") = 0
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c8") = vceq
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c9") = valorVCC
'Puntos Y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d7") = (valorVCC /
(valorRC1 + valorRE1)) * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d8") = icq * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d9") = 0

'Recta en alterna
'Puntos X
'Para que la grafica en alterna tenga mas de dos puntos
añado otro punto situado antes del punto Q
    x = vceq - (vceq / 2)
'Punto de corte con el eje x
    x2 = valorRLC1 * icq + vceq
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c11") = x
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c12") = vceq
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c13") = x2

```

```

'Puntos y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d11") = ((-x * icq
+ vceq * icq + (x2 - vceq) * icq) * 1000) / (x2 - vceq)
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d12") = icq * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d13") = 0

'CALCULO PUNTO Q TRANSISTOR 2

If valorR4 = 0 Then
    vth2 = valorVCC
Else
    vth2 = valorVCC * (valorR4 / (valorR3 + valorR4))
End If

If EC_EC.RE2.Text = "Cero" Then
    valorRE2 = ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d16")
End If

If valorRC2 = 0 Then
    valorRC2 = valorRL
    valorRLC2 = valorRL
Else
    valorRLC2 = (valorRL * valorRC2) / (valorRL + valorRC2)
End If

rth2 = valorR34
icq2 = ((vth2 - 0.7) * valorhfe) / (rth2 + valorhfe *
valorRE2)
vceq2 = valorVCC - icq2 * (valorRE2 + valorRC2)

'Introduzco los puntos de la recta en el excel para que me
calculen la gráfica
'Recta en continua
'Puntos X
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c7") = 0
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c8") = vceq2
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c9") = valorVCC
'Puntos Y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d7") = (valorVCC /
(valorRE2 + valorRC2)) * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d8") = icq2 * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d9") = 0

'Recta en alterna
'Puntos X
'Para que la grafica en alterna tenga mas de dos puntos
añado otro punto situado antes del punto Q
x3 = vceq2 - (vceq2 / 2)
'Punto de corte con el eje x
x4 = valorRLC2 * icq2 + vceq2
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c11") = x3
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c12") = vceq2
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c13") = x4

'Puntos y

```

```

ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d11") = ((-x3 *
icq2 + vceq2 * icq2 + (x4 - vceq2) * icq2) * 1000) / (x4 - vceq2)
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d12") = icq2 * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d13") = 0

'Calculo MARGEN DINAMICO

If vceq2 > Abs(x4 - vceq2) Then
    vout2 = x4 - vceq2
Else
    vout2 = vceq2
End If

Vin2 = vout2 / Abs(avt2)

If vceq > Abs(x2 - vceq) Then
    vout1 = x2 - vceq
Else
    vout1 = vceq
End If

If Vin2 < vout1 Then
    margenDinamico = (vout2 / Abs(av)) * 1000
Else
    vout2 = vout1 * Abs(avt2)
    margenDinamico = (vout2 / Abs(av)) * 1000
End If

EC_EC.vimax.Caption =
Application.WorksheetFunction.Round(margenDinamico, 1)

End If
On Error GoTo 0
End Sub
Sub Limpiarrecuadros()
EC_EC.R1.Text = ""
EC_EC.RE1.Text = ""
EC_EC.RL.Text = ""
EC_EC.RC1.Text = ""
EC_EC.R2.Text = ""
EC_EC.Rs.Text = ""
EC_EC.R3.Text = ""
EC_EC.RE2.Text = ""
EC_EC.R4.Text = ""
EC_EC.RC2.Text = ""
EC_EC.hie.Text = ""
EC_EC.hfe.Text = ""
EC_EC.hre.Text = ""
EC_EC.hoe.Text = ""
EC_EC.metodo1.Caption = ""
EC_EC.metodo2.Caption = ""
EC_EC.ait1.Caption = ""
EC_EC.avt1.Caption = ""
EC_EC.rit1.Caption = ""
EC_EC.rot1.Caption = ""
EC_EC.rst1.Caption = ""

```

```

EC_EC.ait2.Caption = ""
EC_EC.avt2.Caption = ""
EC_EC.rit2.Caption = ""
EC_EC.rot2.Caption = ""
EC_EC.rst2.Caption = ""
EC_EC.ai.Caption = ""
EC_EC.av.Caption = ""
EC_EC.ri.Caption = ""
EC_EC.ro.Caption = ""
EC_EC.rop.Caption = ""
EC_EC.avs.Caption = ""
EC_EC.vcc.Text = ""
EC_EC.vimax.Caption = ""
End Sub

Sub botonR2 ()
If EC_EC.ToggleButtonR2 = True Then
    EC_EC.R2.Text = "infinito"
    EC_EC.ToggleButtonR2.Caption = "Sin R2"
End If
If EC_EC.ToggleButtonR2 = False Then
    EC_EC.R2.Text = ""
    EC_EC.ToggleButtonR2.Caption = "Con R2"
End If
End Sub

Sub botonRE1 ()
If EC_EC.ToggleButtonRE1 = True Then
    EC_EC.RE1.Text = "Cero"
    EC_EC.ToggleButtonRE1.Caption = "Sin RE1"
End If
If EC_EC.ToggleButtonRE1 = False Then
    EC_EC.RE1.Text = ""
    EC_EC.ToggleButtonRE1.Caption = "Con RE1"
End If
End Sub

Sub botonR4 ()
If EC_EC.ToggleButtonR4 = True Then
    EC_EC.R4.Text = "infinito"
    EC_EC.ToggleButtonR4.Caption = "Sin R4"
End If
If EC_EC.ToggleButtonR4 = False Then
    EC_EC.R4.Text = ""
    EC_EC.ToggleButtonR4.Caption = "Con R4"
End If
End Sub

Sub botonRC2 ()
If EC_EC.ToggleButtonRC2 = True Then
    EC_EC.RC2.Text = "infinito"
    EC_EC.ToggleButtonRC2.Caption = "Sin RC2"
End If
If EC_EC.ToggleButtonRC2 = False Then
    EC_EC.RC2.Text = ""
    EC_EC.ToggleButtonRC2.Caption = "Con RC2"
End If

```

```
End Sub
Sub botonRE2 ()
  If EC_EC.ToggleButtonRE2 = True Then
    EC_EC.RE2.Text = "Cero"
    EC_EC.ToggleButtonRE2.Caption = "Sin RE2"
  End If
  If EC_EC.ToggleButtonRE2 = False Then
    EC_EC.RE2.Text = ""
    EC_EC.ToggleButtonRE2.Caption = "Con RE2"
  End If
End Sub
Sub botonRL ()
  If EC_EC.ToggleButtonRL = True Then
    EC_EC.RL.Text = "infinito"
    EC_EC.ToggleButtonRL.Caption = "Sin RL"
  End If
  If EC_EC.ToggleButtonRL = False Then
    EC_EC.RL.Text = ""
    EC_EC.ToggleButtonRL.Caption = "Con RL"
  End If
End Sub
```

## CODIGO MODULO EMISOR COMUN -COLECTOR COMUN

```
Attribute VB_Name = "ProcedimientosEC_CC"  
Public estado As Single 'Variable para saber si estoy en punto Q1  
o punto Q2  
  
Sub LanzarEC_CC()  
    EC_CC.Show  
End Sub  
Sub LanzarTeoria_EC_CC()  
    Teoria_VARIAS_ETAPAS.Show  
End Sub  
Sub botoncalcular()  
    'Declaracion de variables  
  
    'Resistencias  
    Dim valorR1 As Single  
    Dim valorRS As Single  
    Dim valorR2 As Single  
    Dim valorRL As Single  
    Dim valorRE1 As Single  
    Dim valorRC As Single  
    Dim valorRE2 As Single  
    Dim valorR3 As Single  
    Dim valorR4 As Single  
    Dim valorR12 As Single  
    Dim valorRLE1 As Single  
    Dim valorRLE2 As Single  
    Dim valorR34 As Single  
    Dim valorRE134 As Single  
    'Parametros Transistor  
    Dim valorhfe As Single  
    Dim valorhre As Single  
    Dim valorhie As Single  
    Dim valorhoe As Single  
    Dim valorhfc As Single  
    Dim valorhrc As Single  
    Dim valorhic As Single  
    Dim valorhoc As Single  
  
    Dim resultado1 As Single  
    Dim resultado2 As Single  
    'Cuadripolo  
    Dim ait1 As Single  
    Dim rot1 As Single  
    Dim avt1 As Single  
    Dim rit1 As Single  
    Dim rst1 As Single  
    Dim ait2 As Single  
    Dim rot2 As Single  
    Dim avt2 As Single  
    Dim rit2 As Single  
    Dim rst2 As Single  
    'Etapa  
    Dim ai As Single  
    Dim ro As Single  
    Dim rop As Single  
    Dim av As Single
```

```

Dim ri As Single
On Error Resume Next

'Comprueba que los cuadros de escribir no estan vacios
If EC_CC.R1.Text = Empty Or EC_CC.R2.Text = Empty Or
EC_CC.RC.Text = Empty Or EC_CC.Rs.Text = Empty Or EC_CC.RE1.Text =
Empty Or EC_CC.R3.Text = Empty Or EC_CC.R4.Text = Empty Or
EC_CC.hfe.Text = Empty Or EC_CC.hie.Text = Empty Or EC_CC.hre.Text
= Empty Or EC_CC.hoe = Empty Then
    MsgBox "Debe ingresar un numero en cada recuadro, si
no quieres que aparezca alguna resistencia pulsa el botón de su
derecha", vbInformation + vbOKOnly, "Información importante."
ElseIf EC_CC.RL.Text = Empty Or EC_CC.RL.Text = "infinito" Then
    MsgBox "La Resistencia RL no debe ir sin valor, o ser
infinito ya que es por donde pasa la intensidad Io", vbInformation
+ vbOKOnly, "Resistencia RL."
Else
    'Introduzcan el valor de los cuadros en las variables y si
son infinito
    valorhie = EC_CC.hie.Text
    valorhfe = EC_CC.hfe.Text
    valorhoe = EC_CC.hoe.Text
    valorhre = EC_CC.hre.Text

    If EC_CC.Rs.Text = "infinito" Then
        valorRS = 0
    Else
        valorRS = EC_CC.Rs.Text
    End If

    If EC_CC.R1.Text = "infinito" Then
        valorR1 = 0
    Else
        valorR1 = EC_CC.R1.Text
    End If

    If EC_CC.R2.Text = "infinito" Then
        valorR2 = 0
    Else
        valorR2 = EC_CC.R2.Text
    End If

    If EC_CC.RL.Text = "infinito" Then
        valorRL = 0
    Else
        valorRL = EC_CC.RL.Text
    End If

    If EC_CC.RE1.Text = "Cero" Then
        valorRE1 = 0
    Else
        valorRE1 = EC_CC.RE1.Text
    End If

    If EC_CC.RC.Text = "infinito" Then
        valorRC = 0
    Else

```

```

    valorRC = EC_CC.RC.Text
End If
If EC_CC.R3.Text = "infinito" Then
    valorR3 = 0
Else
    valorR3 = EC_CC.R3.Text
End If

If EC_CC.R4.Text = "infinito" Then
    valorR4 = 0
Else
    valorR4 = EC_CC.R4.Text
End If

If EC_CC.RE2.Text = "infinito" Then
    valorRE2 = 0
Else
    valorRE2 = EC_CC.RE2.Text
End If

'Hago el paralelo de las resistencias
valorR34 = ((valorR3 * valorR4) / (valorR3 + valorR4))
valorR12 = ((valorR1 * valorR2) / (valorR1 + valorR2))
valorRLE2 = (valorRL * valorRE2) / (valorRL + valorRE2)
'Coombrocion que RL
If valorRL = 0 Then valorRLE2 = valorRE2
If valorRE2 = 0 Then valorRLE2 = valorRL
'Coombrocion que R34
If valorR3 = 0 Then valorR34 = valorR4
If valorR4 = 0 Then valorR34 = valorR3
'Coombrocion que R12
If valorR1 = 0 Then valorR12 = valorR2
If valorR2 = 0 Then valorR12 = valorR1

'Transistor2
resultado2 = valorhoe * (valorRLE2)

If resultado2 <= 0.1 Then
    EC_CC.metodo2.Caption = "APROXIMADO"
    'Formulas del cuadripolo
    'Ganancia de Intensidad
    ait2 = 1 + valorhfe
    EC_CC.ait2.Caption = ait2
    'Rit
    rit2 = valorhie + (1 + valorhfe) * valorRLE2
    EC_CC.rit2.Caption = rit2
    'Ganancia de Voltaje
    avt2 = 1 - (valorhie / rit2)
    EC_CC.avt2.Caption = avt2
    'Rot2
    rot2 = 3 'No puedo calcular rot2 necesito rst2 la igualo a
3 para calcularlo luego y saber que es del metodo aproximado

Else
    EC_CC.metodo2.Caption = "EXACTO"

```



```

Común      'Introduzco los parametros del transistor en Colector

          valorhfc = -(1 + valorhfe)
          valorhic = valorhie
          valorhoc = valorhoe
          valorhrc = 1

          'Formulas del cuadripolo
          'Ganancia de Intensidad
          ait2 = (-valorhfc) / (1 + valorhoc * valorRLE2)
          EC_CC.ait2.Caption = ait2
          'Rit2
          rit2 = valorhic + valorhrc * ait2 * valorRLE2
          EC_CC.rit2.Caption = rit2
          'Ganancia de Voltaje
          avt2 = (ait2 * valorRLE2) / rit2
          EC_CC.avt2.Caption = avt2
          'Rot2
          rot2 = 5

      End If
'Transistor1
  'Primero calculo la resistencia de carga del transistor 1
  haciendo paralelo RC1 R34 y Rit2
  valorRC34 = (valorR34 * valorRC) / (valorR34 + valorRC)

  If valorR34 = 0 Then valorRC34 = valorRC
  If valorRC = 0 Then valorRC34 = valorR34

  valorRLC = (rit2 * valorRC34) / (rit2 + valorRC34)

  If rit2 = 0 Then valorRLC = valorRC34
  If valorRC34 = 0 Then valorRLC = rit2

  resultado1 = valorhoe * (valorRLC + valorRE1)

  If resultado1 <= 0.1 Then
    EC_CC.metodo1.Caption = "APROXIMADO"
    'Formulas del cuadripolo
    'Ganancia de Intensidad
    ait1 = -valorhfe
    EC_CC.ait1.Caption = ait1
    'Rit
    rit1 = valorhie + (1 + valorhfe) * valorRE1
    EC_CC.rit1.Caption = rit1
    'Ganancia de Voltaje
    avt1 = -(valorhfe * valorRLC) / rit1
    EC_CC.avt1.Caption = avt1
    'Rot1
    EC_CC.rot1.Caption = "infinito"
    rot1 = 0
    'Rst1
    rst1 = (valorR12 * valorRS) / (valorR12 + valorRS)
    EC_CC.rst1.Caption = rst1

  Else
    EC_CC.metodo1.Caption = "EXACTO"
    'Formulas del cuadripolo

```

```

        'Ganancia de Intensidad
        ait1 = (valorhoe * valorRE1 - valorhfe) / (1 + valorhoe *
(valorRLC + valorRE1))
        EC_CC.ait1.Caption = ait1
        'Rit
        rit1 = (1 - ait1) * valorRE1 + valorhie + valorhre * ait1
* (valorRLC + ((ait1 - 1) / ait1) * valorRE1)

        EC_CC.rit1.Caption = rit1
        'Ganancia de Voltaje
        avt1 = (ait * valorRLC) / rit1
        EC_CC.avt1.Caption = avt1
        'Rst1
        rst1 = (valorR12 * valorRS) / (valorR12 + valorRS)
        EC_CC.rst1.Caption = rst1
        'Rot1
        rot1 = ((1 + valorhfe) * valorRE1 + (rst1 + valorhie) *
(1 + valorhoe * valorRE1)) / (valorhoe * (valorRE1 + rst1 +
valorhie - (valorhre * valorhfe) / valorhoe))
        EC_CC.rot1.Caption = rot1

    End If
        'Rst2
        rst2 = (valorRC34 * rot1) / (valorRC34 + rot1)
    If valorRC34 = 0 Then rst2 = rot1
    If rot1 = 0 Then rst2 = valorRC34
    EC_CC.rst2.Caption = rst2
        'Rot2
    If rot2 = 3 Then 'En este caso estoy en el método aproximado
        rot2 = (rst2 + valorhie) / (1 + valorhfe)
        EC_CC.rot2.Caption = rot2
    End If
    If rot2 = 5 Then 'En este caso estoy en metodo exacto
        rot2 = ((rst2 + valorhic)) / (valorhoc * (rst2 + valorhic) -
(valorhrc * valorhfc))
        EC_CC.rot2.Caption = rot2
    End If
        'Ro o Ro2 (es lo mismo)
    If valorRE2 <> 0 Then
        ro = (rot2 * valorRE2) / (rot2 + valorRE2)
    Else
        ro = rot2
    End If
    EC_CC.ro.Caption = ro

    'Ro prima

    EC_CC.rop.Caption = (valorRL * ro) / (valorRL + ro)
    'Ri
    ri = (valorR12 * rit1) / (valorR12 + rit1)
    EC_CC.ri.Caption = ri
    'Av
    av = avt1 * avt2
    EC_CC.av.Caption = av
    'Ai
    ai = av * (ri / valorRL)
    EC_CC.ai.Caption = ai
    'Avs

```

```

EC_CC.avs.Caption = av * (ri / (ri + valorRS))

'CALCULO PUNTO Q TRANSISTOR 1
valorVCC = EC_CC.vcc.Text
If valorR2 = 0 Then
    vth = valorVCC
Else
    vth = valorVCC * (valorR2 / (valorR1 + valorR2))
End If

If EC_CC.RE1.Text = "Cero" Then
    valorRE1 = ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c16")
End If

rth = valorR12
icq = ((vth - 0.7) * valorhfe) / (rth + valorhfe * valorRE1)

vceq = valorVCC - icq * (valorRC + valorRE1)

'Introduzco los puntos de la recta en el excel para que me
calculen la gráfica
'Recta en continua
'Puntos X
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c7") = 0
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c8") = vceq
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c9") = valorVCC
'Puntos Y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d7") = (valorVCC /
(valorRC + valorRE1)) * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d8") = icq * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d9") = 0

'Recta en alterna
'Puntos X
'Para que la grafica en alterna tenga mas de dos puntos
añado otro punto situado antes del punto Q
x = vceq - (vceq / 2)
'Punto de corte con el eje x
x2 = valorRLC * icq + vceq
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c11") = x
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c12") = vceq
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c13") = x2

'Puntos y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d11") = ((-x * icq
+ vceq * icq + (x2 - vceq) * icq) * 1000) / (x2 - vceq)
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d12") = icq * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d13") = 0

'CALCULO PUNTO Q TRANSISTOR 2

If EC_CC.RE2.Text = "Cero" Then
    valorRE2 = ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d16")
End If

```

```

If valorRE2 = 0 Then
    valorRE2 = valorRL
    valorRLE2 = valorRL
Else
    valorRLE2 = (valorRL * valorRE2) / (valorRL + valorRE2)
End If

If valorR4 = 0 Then
    vth2 = valorVCC
Else
    vth2 = valorVCC * (valorR4 / (valorR3 + valorR4))
End If

rth2 = valorR34
icq2 = ((vth2 - 0.7) * valorhfe) / (rth2 + valorhfe *
valorRE2)
'Punto_Q.icq2.Caption = icq2 * 1000
vceq2 = valorVCC - icq2 * (valorRE2)
' Punto_Q.vceq2.Caption = vceq2

'Introduzco los puntos de la recta en el excel para que me
calculen la gráfica
'Recta en continua
'Puntos X
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c7") = 0
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c8") = vceq2
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c9") = valorVCC
'Puntos Y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d7") = (valorVCC /
(valorRE2)) * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d8") = icq2 * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d9") = 0

'Recta en alterna
'Puntos X
'Para que la grafica en alterna tenga mas de dos puntos
añado otro punto situado antes del punto Q
x3 = vceq2 - (vceq2 / 2)

'Punto de corte con el eje x
x4 = valorRLE2 * icq2 + vceq2
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c11") = x3
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c12") = vceq2
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c13") = x4

'Puntos y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d11") = ((-x3 *
icq2 + vceq2 * icq2 + (x4 - vceq2) * icq2) * 1000) / (x4 - vceq2)
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d12") = icq2 * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d13") = 0

'Calculo MARGEN DINAMICO

```

```

    If vceq2 > x4 - vceq2 Then
        vout2 = x4 - vceq2
    Else
        vout2 = vceq2
    End If

    Vin2 = vout2 / Abs(avt2)

    If vceq > x2 - vceq Then
        vout1 = x2 - vceq
    Else
        vout1 = vceq
    End If

    If Vin2 < vout1 Then
        margenDinamico = (vout2 / Abs(av)) * 1000
    Else
        vout2 = vout1 * Abs(avt2)
        margenDinamico = (vout2 / Abs(av)) * 1000
    End If

    EC_CC.vimax.Caption =
Application.WorksheetFunction.Round(margenDinamico, 1)

End If
On Error GoTo 0
End Sub
Sub Limpiarrecuadros ()
    EC_CC.R1.Text = ""
    EC_CC.RE1.Text = ""
    EC_CC.RL.Text = ""
    EC_CC.R2.Text = ""
    EC_CC.Rs.Text = ""
    EC_CC.R3.Text = ""
    EC_CC.RE2.Text = ""
    EC_CC.R4.Text = ""
    EC_CC.RC.Text = ""
    EC_CC.hie.Text = ""
    EC_CC.hfe.Text = ""
    EC_CC.hre.Text = ""
    EC_CC.hoe.Text = ""
    EC_CC.metodo1.Caption = ""
    EC_CC.metodo2.Caption = ""
    EC_CC.ait1.Caption = ""
    EC_CC.avt1.Caption = ""
    EC_CC.rit1.Caption = ""
    EC_CC.rot1.Caption = ""
    EC_CC.rst1.Caption = ""
    EC_CC.ait2.Caption = ""
    EC_CC.avt2.Caption = ""
    EC_CC.rit2.Caption = ""
    EC_CC.rot2.Caption = ""
    EC_CC.rst2.Caption = ""
    EC_CC.ai.Caption = ""
    EC_CC.av.Caption = ""
    EC_CC.ri.Caption = ""
    EC_CC.ro.Caption = ""
    EC_CC.rop.Caption = ""

```

```

    EC_CC.avc.Caption = ""
    EC_CC.vcc.Text = ""
    EC_CC.vimax.Caption = ""
End Sub

Sub botonR2 ()
    If EC_CC.ToggleButtonR2 = True Then
        EC_CC.R2.Text = "infinito"
        EC_CC.ToggleButtonR2.Caption = "Sin R2"
    End If
    If EC_CC.ToggleButtonR2 = False Then
        EC_CC.R2.Text = ""
        EC_CC.ToggleButtonR2.Caption = "Con R2"
    End If
End Sub

Sub botonRE1 ()
    If EC_CC.ToggleButtonRE1 = True Then
        EC_CC.RE1.Text = "Cero"
        EC_CC.ToggleButtonRE1.Caption = "Sin RE1"
    End If
    If EC_CC.ToggleButtonRE1 = False Then
        EC_CC.RE1.Text = ""
        EC_CC.ToggleButtonRE1.Caption = "Con RE1"
    End If
End Sub

Sub botonR4 ()
    If EC_CC.ToggleButtonR4 = True Then
        EC_CC.R4.Text = "infinito"
        EC_CC.ToggleButtonR4.Caption = "Sin R4"
    End If
    If EC_CC.ToggleButtonR4 = False Then
        EC_CC.R4.Text = ""
        EC_CC.ToggleButtonR4.Caption = "Con R4"
    End If
End Sub

Sub botonRE2 ()
    If EC_CC.ToggleButtonRE2 = True Then
        EC_CC.RE2.Text = "infinito"
        EC_CC.ToggleButtonRE2.Caption = "Sin RE2"
    End If
    If EC_CC.ToggleButtonRE2 = False Then
        EC_CC.RE2.Text = ""
        EC_CC.ToggleButtonRE2.Caption = "Con RE2"
    End If
End Sub

Sub botonRL ()
    If EC_CC.ToggleButtonRL = True Then
        EC_CC.RL.Text = "infinito"
        EC_CC.ToggleButtonRL.Caption = "Sin RL"
    End If
    If EC_CC.ToggleButtonRL = False Then
        EC_CC.RL.Text = ""
        EC_CC.ToggleButtonRL.Caption = "Con RL"
    End If
End Sub

```

End Sub

## CODIGO MODULO COLECTOR COMUN - EMISOR COMUN

```
Attribute VB_Name = "ProcedimientosCC_EC"  
Sub LanzarCC_EC()  
    CC_EC.Show  
End Sub  
  
Sub LanzarTeoria_CC_EC()  
    Teoria_VARIAS_ETAPAS.Show  
End Sub  
Sub botoncalcular()  
    'Declaracion de variables  
    'Resistencias  
    Dim valorR1 As Single  
    Dim valorRS As Single  
    Dim valorR2 As Single  
    Dim valorRL As Single  
    Dim valorRE1 As Single  
    Dim valorRC As Single  
    Dim valorRE2 As Single  
    Dim valorR3 As Single  
    Dim valorR4 As Single  
    Dim valorR12 As Single  
    Dim valorRLC As Single  
    Dim valorRLE1 As Single  
    Dim valorR34 As Single  
    Dim valorRE134 As Single  
    'Parametros Transistor  
    Dim valorhfe As Single  
    Dim valorhre As Single  
    Dim valorhie As Single  
    Dim valorhoe As Single  
    Dim valorhfc As Single  
    Dim valorhrc As Single  
    Dim valorhic As Single  
    Dim valorhoc As Single  
  
    Dim resultado1 As Single  
    Dim resultado2 As Single  
    'Cuadripolo  
    Dim ait1 As Single  
    Dim rot1 As Single  
    Dim avt1 As Single  
    Dim rit1 As Single  
    Dim rst1 As Single  
    Dim ait2 As Single  
    Dim rot2 As Single  
    Dim avt2 As Single  
    Dim rit2 As Single  
    Dim rst2 As Single  
    'Etapa  
    Dim ai As Single  
    Dim ro As Single  
    Dim rop As Single  
    Dim av As Single  
    Dim ri As Single  
  
On Error Resume Next
```



```

'Comprueba que los cuadros de escribir no estan vacios
If CC_EC.R1.Text = Empty Or CC_EC.R2.Text = Empty Or
CC_EC.RC.Text = Empty Or CC_EC.Rs.Text = Empty Or CC_EC.R3.Text =
Empty Or CC_EC.R4.Text = Empty Or CC_EC.RE2.Text = Empty Or
CC_EC.hfe.Text = Empty Or CC_EC.hie.Text = Empty Or CC_EC.hre.Text
= Empty Or CC_EC.hoe = Empty Then
    MsgBox "Debe ingresar un numero en cada recuadro, si
no quieres que aparezca alguna resistencia pulsa el botón de su
derecha", vbInformation + vbOKOnly, "Información importante."
ElseIf CC_EC.RL.Text = Empty Or CC_EC.RL.Text = "infinito" Then
    MsgBox "La Resistencia RL no debe ir sin valor o ser
infinito ya que es por donde pasa la intensidad Io, si es
necesario deje en blanco RC pero no RL", vbInformation + vbOKOnly,
"Resistencia RL."
ElseIf CC_EC.RE1.Text = Empty Or CC_EC.RE1.Text = "Cero" Then
    MsgBox "La Resistencia RE1 no debe ir sin valor o ser
Cero, Introduzca un valor", vbInformation + vbOKOnly, "Resistencia
RE1."

Else
    'Introduzcan el valor de los recuadros en las variables y si
son infinito
    valorhie = CC_EC.hie.Text
    valorhfe = CC_EC.hfe.Text
    valorhoe = CC_EC.hoe.Text
    valorhre = CC_EC.hre.Text

    If CC_EC.Rs.Text = "infinito" Then
        valorRS = 0
    Else
        valorRS = CC_EC.Rs.Text
    End If

    If CC_EC.R1.Text = "infinito" Then
        valorR1 = 0
    Else
        valorR1 = CC_EC.R1.Text
    End If

    If CC_EC.R2.Text = "infinito" Then
        valorR2 = 0
    Else
        valorR2 = CC_EC.R2.Text
    End If

    If CC_EC.RL.Text = "infinito" Then
        valorRL = 0
    Else
        valorRL = CC_EC.RL.Text
    End If

    If CC_EC.RE1.Text = "Cero" Then
        valorRE1 = 0
    Else
        valorRE1 = CC_EC.RE1.Text
    End If

    If CC_EC.RC.Text = "infinito" Then

```

```

    valorRC = 0
Else
    valorRC = CC_EC.RC.Text
End If
If CC_EC.R3.Text = "infinito" Then
    valorR3 = 0
Else
    valorR3 = CC_EC.R3.Text
End If

If CC_EC.R4.Text = "infinito" Then
    valorR4 = 0
Else
    valorR4 = CC_EC.R4.Text
End If

If CC_EC.RE2.Text = "Cero" Then
    valorRE2 = 0
Else
    valorRE2 = CC_EC.RE2.Text
End If

'Hago el paralelo de las resistencias
valorR34 = ((valorR3 * valorR4) / (valorR3 + valorR4))
valorR12 = ((valorR1 * valorR2) / (valorR1 + valorR2))
valorRLC = (valorRL * valorRC) / (valorRL + valorRC)
'Cooperacion que RL
If valorRL = 0 Then valorRLC = valorRC
If valorRC = 0 Then valorRLC = valorRL
'Cooperacion que R34
If valorR3 = 0 Then valorR34 = valorR4
If valorR4 = 0 Then valorR34 = valorR3
'Cooperacion que R12
If valorR1 = 0 Then valorR12 = valorR2
If valorR2 = 0 Then valorR12 = valorR1

'Transistor2
resultado2 = valorhoe * (valorRLC + valorRE2)

If resultado2 <= 0.1 Then
    CC_EC.metodo2.Caption = "APROXIMADO"
    'Formulas del cuadripolo
    'Ganancia de Intensidad
    ait2 = -valorhfe
    CC_EC.ait2.Caption = ait2
    'Rit
    rit2 = valorhie + (1 + valorhfe) * valorRE2
    CC_EC.rit2.Caption = rit2
    'Ganancia de Voltaje
    avt2 = -(valorhfe * valorRLC) / rit2
    CC_EC.avt2.Caption = avt2
    'Rot
    CC_EC.rot2.Caption = "infinito"
    rot2 = 0

Else
    CC_EC.metodo2.Caption = "EXACTO"

```

```

'Formulas del cuadripolo
'Ganancia de Intensidad
ait2 = (valorhoe * valorRE2 - valorhfe) / (1 + valorhoe *
(valorRLC + valorRE2))
CC_EC.ait2.Caption = ait2
'Rit
rit2 = (1 - ait2) * valorRE2 + valorhie + valorhre * ait2
* (valorRLC + ((ait2 - 1) / ait2) * valorRE2)

CC_EC.rit2.Caption = rit2
'Ganancia de Voltaje
avt2 = (ait2 * valorRLC) / rit2
CC_EC.avt2.Caption = avt2
'Rot2
'Introduzco un valor en rot2 para luego saber si estoy en
metodo exacto y calcularlo
rot2 = 5

End If
'Transistor1
'Primero calculo la resistencia de carga del transistor 1
haciendo paralelo RC1 R34 y Rit2
valorRE134 = (valorR34 * valorRE1) / (valorR34 + valorRE1) 'Esta
es el paralelo de Re1 con R3 y R4

If valorR34 = 0 Then valorRE134 = valorRE1
If valorRE1 = 0 Then valorRE134 = valorR34

valorRLE1 = (rit2 * valorRE134) / (rit2 + valorRE134) 'RLE1 es la
resistencia total de carga del transistor 1

If rit2 = 0 Then valorRLE1 = valorRE134
If valorRE134 = 0 Then valorRLE1 = rit2

resultado1 = valorhoe * (valorRLE1)

If resultado1 <= 0.1 Then
CC_EC.metodo1.Caption = "APROXIMADO"
'Formulas del cuadripolo
'Ganancia de Intensidad
ait1 = 1 + valorhfe
CC_EC.ait1.Caption = ait1
'Rit
rit1 = valorhie + (1 + valorhfe) * valorRLE1
CC_EC.rit1.Caption = rit1
'Ganancia de Voltaje
avt1 = 1 - (valorhie / rit1)
CC_EC.avt1.Caption = avt1
'Rst1
rst1 = (valorR12 * valorRS) / (valorR12 + valorRS)
CC_EC.rst1.Caption = rst1
'Rot1
rot1 = (rst1 + valorhie) / (1 + valorhfe)
CC_EC.rot1.Caption = rot1

Else
EC_EC.metodo1.Caption = "EXACTO"

```

```

      'Introduzco los parametros del transistor en Colector
Común
      valorhfc = -(1 + valorhfe)
      valorhic = valorhie
      valorhoc = valorhoe
      valorhrc = 1

      'Formulas del cuadripolo
      'Ganancia de Intensidad
      ait1 = (-valorhfc) / (1 + valorhoc * valorRLE1)
      CC_EC.ait1.Caption = ait1
      'Rit
      rit1 = valorhic + valorhrc * ait1 * valorRLE
      CC_EC.rit1.Caption = rit1
      'Ganancia de Voltaje
      avt1 = (ait1 * valorRLE1) / rit1
      CC_EC.avt1.Caption = avt1
      'Rst1
      rst1 = (valorR12 * valorRS) / (valorR12 + valorRS)
      CC_EC.rst1.Caption = rst1
      'Rot1
      rot1 = ((rst1 + valorhic) / (valorhoc * (rst1 +
valorhic) - (valorhrc * valorhfc))
      CC_EC.rot1.Caption = rot1

      End If
'Ecuaciones Etapa Entera
      'Ri
      ri = (valorR12 * rit1) / (valorR12 + rit1)
      CC_EC.ri.Caption = ri
      'Av
      av = avt1 * avt2
      CC_EC.av.Caption = av
      'Ai
      ai = av * (ri / valorRL)
      CC_EC.ai.Caption = ai
      'Rst2
      rst2 = (valorRE134 * rot1) / (valorRE134 + rot1)

      If valorRE134 = 0 Then rst2 = rot1
      If rot1 = 0 Then rst2 = valorRE134
      CC_EC.rst2.Caption = rst2
      'Rot2
      If rot2 = 5 Then
          rot2 = ((1 + valorhfe) * valorRE2 + (rst2 + valorhie) * (1
+ valorhoe * valorRE2)) / (valorhoe * (valorRE2 + rst2 + valorhie
- (valorhre * valorhfe) / valorhoe))
          CC_EC.rot2.Caption = rot2
      End If

      'Ro o Ro2 (es lo mismo)
      If valorRC <> 0 And valorRL <> 0 Then
          ro = (valorRC * rot2) / (valorRC + rot2)
          If ro = 0 Then ro = valorRC 'ro sera igual a 0 cuando rot
sea 0 es decir metodo aproximado
          CC_EC.ro.Caption = ro
      Else
          ro = rot2

```

```

    If ro = 0 Then
        CC_EC.ro.Caption = "infinito"
    Else
        CC_EC.ro.Caption = ro
    End If

End If

'Ro prima
If ro = 0 Or rot = 0 Then
'Para que ro sea = 0 tiene que ser metodo exacto (rot
infinito=0) y que RC no exista
'si Existe RC y rot es =0 Rop sigue siendo paralelo de RC y RL
    CC_EC.rop.Caption = valorRLC
Else
    CC_EC.rop.Caption = (valorRLC * rot2) / (valorRLC + rot2)
's es el paralelo RLC con rot porque si fuera con Ro en vez de
rot y existen RC y RL haria el paralelo con RC dos veces
End If
'Avs
    CC_EC.avs.Caption = av * (ri / (ri + valorRS))

'CALCULO PUNTO Q TRANSISTOR 1
valorVCC = CC_EC.vcc.Text
If valorR2 = 0 Then
    vth = valorVCC
Else
    vth = valorVCC * (valorR2 / (valorR1 + valorR2))
End If

    If CC_EC.RE1.Text = "Cero" Then
        valorRE1 = ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c16")
    End If

rth = valorR12
    icq = ((vth - 0.7) * valorhfe) / (rth + valorhfe * valorRE1)
'Punto_Q.icq.Caption = icq * 1000
    vceq = valorVCC - icq * (valorRE1)
'Punto_Q.vceq.Caption = vceq

'Introduzco los puntos de la recta en el excel para que me
calculen la gráfica
'Recta en continua
'Puntos X
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c7") = 0
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c8") = vceq
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c9") = valorVCC
'Puntos Y
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d7") = (valorVCC /
(valorRE1)) * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d8") = icq * 1000
ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d9") = 0

'Recta en alterna
'Puntos X
'Para que la grafica en alterna tenga mas de dos puntos
añado otro punto situado antes del punto Q

```

```

    x = vceq - (vceq / 2)
    'Punto de corte con el eje x de la recta en alterna
    x2 = valorRLE1 * icq + vceq
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c11") = x
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c12") = vceq
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("c13") = x2

    'Puntos y
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d11") = ((-x * icq
+ vceq * icq + (x2 - vceq) * icq) * 1000) / (x2 - vceq)
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d12") = icq * 1000
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d13") = 0

    'CALCULO PUNTO Q TRANSISTOR 2

    If valorR4 = 0 Then
        vth2 = valorVCC
    Else
        vth2 = valorVCC * (valorR4 / (valorR3 + valorR4))
    End If
    If CC_EC.RE2.Text = "Cero" Then
        valorRE2 = ActiveWorkbook.Worksheets("hoja1").Range("d16")
    End If

    If valorRC = 0 Then
        valorRC = valorRL
        valorRLC = valorRL
    Else
        valorRLC = (valorRL * valorRC) / (valorRL + valorRC)
    End If

    rth2 = valorR34
    icq2 = ((vth2 - 0.6) * valorhfe) / (rth2 + valorhfe *
valorRE2)
    'Punto_Q.icq2.Caption = icq2 * 1000
    vceq2 = valorVCC - icq2 * (valorRE2 + valorRC)
    ' Punto_Q.vceq2.Caption = vceq2

    'Introduzco los puntos de la recta en el excel para que me
calculen la gráfica
    'Recta en continua
    'Puntos X
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c7") = 0
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c8") = vceq2
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c9") = valorVCC
    'Puntos Y
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d7") = (valorVCC /
(valorRE2 + valorRC)) * 1000
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d8") = icq2 * 1000
    ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d9") = 0

    'Recta en alterna
    'Puntos X
    'Para que la grafica en alterna tenga mas de dos puntos
añado otro punto situado antes del punto Q
    x3 = vceq2 - (vceq2 / 2)
    'Punto de corte con el eje x

```

```

        x4 = valorRLC * icq2 + vceq2
        ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c11") = x3
        ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c12") = vceq2
        ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("c13") = x4

        'Puntos y
        ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d11") = ((-x3 *
icq2 + vceq2 * icq2 + (x4 - vceq2) * icq2) * 1000) / (x4 - vceq2)
        ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d12") = icq2 * 1000
        ActiveWorkbook.Worksheets("hoja2").Range("d13") = 0

        'Calculo MARGEN DINAMICO
        'Calculo MARGEN DINAMICO

        If vceq2 > Abs(x4 - vceq2) Then
            vout2 = x4 - vceq2
        Else
            vout2 = vceq2
        End If

        Vin2 = vout2 / Abs(avt2)

        If vceq > Abs(x2 - vceq) Then
            vout1 = x2 - vceq
        Else
            vout1 = vceq
        End If

        If Vin2 < vout1 Then
            margenDinamico = (vout2 / Abs(av)) * 1000
        Else
            vout2 = vout1 * Abs(avt2)
            margenDinamico = (vout2 / Abs(av)) * 1000
        End If

        CC_EC.vimax.Caption =
Application.WorksheetFunction.Round(margenDinamico, 1)

End If
On Error GoTo 0
End Sub
Sub Limpiarrecuadros()
    CC_EC.R1.Text = ""
    CC_EC.RE1.Text = ""
    CC_EC.RL.Text = ""
    CC_EC.R2.Text = ""
    CC_EC.Rs.Text = ""
    CC_EC.R3.Text = ""
    CC_EC.RE2.Text = ""
    CC_EC.R4.Text = ""
    CC_EC.RC.Text = ""
    CC_EC.hie.Text = ""
    CC_EC.hfe.Text = ""
    CC_EC.hre.Text = ""
    CC_EC.hoe.Text = ""
    CC_EC.metodo1.Caption = ""
    CC_EC.metodo2.Caption = ""
    CC_EC.ait1.Caption = ""

```

```

CC_EC.avt1.Caption = ""
CC_EC.rit1.Caption = ""
CC_EC.rot1.Caption = ""
CC_EC.rst1.Caption = ""
CC_EC.ait2.Caption = ""
CC_EC.avt2.Caption = ""
CC_EC.rit2.Caption = ""
CC_EC.rot2.Caption = ""
CC_EC.rst2.Caption = ""
CC_EC.ai.Caption = ""
CC_EC.av.Caption = ""
CC_EC.ri.Caption = ""
CC_EC.ro.Caption = ""
CC_EC.rop.Caption = ""
CC_EC.avs.Caption = ""
CC_EC.vcc.Text = ""
CC_EC.vimax.Caption = ""
End Sub

Sub botonR2 ()
If CC_EC.ToggleButtonR2 = True Then
    CC_EC.R2.Text = "infinito"
    CC_EC.ToggleButtonR2.Caption = "Sin R2"
End If
If CC_EC.ToggleButtonR2 = False Then
    CC_EC.R2.Text = ""
    CC_EC.ToggleButtonR2.Caption = "Con R2"
End If
End Sub

Sub botonRE1 ()
If CC_EC.ToggleButtonRE1 = True Then
    CC_EC.RE1.Text = "Cero"
    CC_EC.ToggleButtonRE1.Caption = "Sin RE1"
End If
If CC_EC.ToggleButtonRE1 = False Then
    CC_EC.RE1.Text = ""
    CC_EC.ToggleButtonRE1.Caption = "Con RE1"
End If
End Sub

Sub botonRC ()
If CC_EC.ToggleButtonRC = True Then
    CC_EC.RC.Text = "infinito"
    CC_EC.ToggleButtonRC.Caption = "Sin RC"
End If
If CC_EC.ToggleButtonRC = False Then
    CC_EC.RC.Text = ""
    CC_EC.ToggleButtonRC.Caption = "Con RC"
End If
End Sub

Sub botonR4 ()
If CC_EC.ToggleButtonR4 = True Then
    CC_EC.R4.Text = "infinito"
    CC_EC.ToggleButtonR4.Caption = "Sin R4"
End If
If CC_EC.ToggleButtonR4 = False Then

```



```
    CC_EC.R4.Text = ""
    CC_EC.ToggleButtonR4.Caption = "Con R4"
End If
End Sub

Sub botonRE2 ()
    If CC_EC.ToggleButtonRE2 = True Then
        CC_EC.RE2.Text = "Cero"
        CC_EC.ToggleButtonRE2.Caption = "Sin RE2"
    End If
    If CC_EC.ToggleButtonRE2 = False Then
        CC_EC.RE2.Text = ""
        CC_EC.ToggleButtonRE2.Caption = "Con RE2"
    End If
End Sub

Sub botonRL ()
    If CC_EC.ToggleButtonRL = True Then
        CC_EC.RL.Text = "infinito"
        CC_EC.ToggleButtonRL.Caption = "Sin RL"
    End If
    If CC_EC.ToggleButtonRL = False Then
        CC_EC.RL.Text = ""
        CC_EC.ToggleButtonRL.Caption = "Con RL"
    End If
End Sub
```

## CODIGO MODULO EMISOR COMUN - DRENADOR COMUN

```
Attribute VB_Name = "ProcedimientosEC_DC"  
Sub LanzarEC_DC()  
    EC_DC.Show  
End Sub  
Sub LanzarTeoria_EC_DC()  
    Teoria_VARIAS_ETAPAS.Show  
End Sub  
Sub botoncalcular()  
    'Declaracion de variables  
    'Resistencias  
    Dim valorR1 As Single  
    Dim valorRS As Single  
    Dim valorR2 As Single  
    Dim valorRL As Single  
    Dim valorRE As Single  
    Dim valorRC As Single  
    Dim valorRD As Single  
    Dim valorRint As Single  
    Dim valorR3 As Single  
    Dim valorR4 As Single  
    Dim valorR12 As Single  
    Dim valorRLC As Single  
    Dim valorRLS As Single  
    Dim valorR34 As Single  
    Dim valorRC34 As Single  
    'Parametros Transistor  
    Dim valorhfe As Single  
    Dim valorhre As Single  
    Dim valorhie As Single  
    Dim valorhoe As Single  
    Dim Valoru As Single  
    Dim Valorrdd As Single  
  
    Dim resultado As Single  
  
    'Cuadripolo  
    Dim ait1 As Single  
    Dim rot1 As Single  
    Dim avt1 As Single  
    Dim rit1 As Single  
    Dim rst1 As Single  
    Dim ait2 As Single  
    Dim rot2 As Single  
    Dim avt2 As Single  
    Dim rit2 As Single  
    Dim rst2 As Single  
    'Etapa  
    Dim ai As Single  
    Dim ro As Single  
    Dim rop As Single  
    Dim av As Single  
    Dim ri As Single  
  
On Error Resume Next
```

```

'Comprueba que los cuadros de escribir no estan vacios
If EC_DC.R1.Text = Empty Or EC_DC.R2.Text = Empty Or
EC_DC.RC.Text = Empty Or EC_DC.Rs.Text = Empty Or EC_DC.rd.Text =
Empty Or EC_DC.R3.Text = Empty Or EC_DC.R4.Text = Empty Or
EC_DC.Rint.Text = Empty Or EC_DC.RE.Text = Empty Or EC_DC.hfe.Text
= Empty Or EC_DC.hie.Text = Empty Or EC_DC.hre.Text = Empty Or
EC_DC.hoe = Empty Or EC_DC.u.Text = Empty Or EC_DC.rdd.Text =
Empty Then
    MsgBox "Debe ingresar un numero en cada recuadro, si
no quieres que aparezca alguna resistencia pulsa el botón de su
derecha", vbInformation + vbOKOnly, "Información importante."
ElseIf EC_DC.RL.Text = Empty Or EC_DC.RL.Text = "infinito" Then
    MsgBox "La Resistencia RL no debe ir sin valor ya que
es por donde pasa la intensidad Io, si es necesario deje en blanco
RD pero no RL", vbInformation + vbOKOnly, "Resistencia RL."
Else
    'Introduzcan el valor de los recuadros en las variables y si
son infinito
    valorhie = EC_DC.hie.Text
    valorhfe = EC_DC.hfe.Text
    valorhoe = EC_DC.hoe.Text
    valorhre = EC_DC.hre.Text
    Valoru = EC_DC.u.Text
    Valorrdd = EC_DC.rdd.Text

    If EC_DC.Rs.Text = "infinito" Then
        valorRS = 0
    Else
        valorRS = EC_DC.Rs.Text
    End If

    If EC_DC.R1.Text = "infinito" Then
        valorR1 = 0
    Else
        valorR1 = EC_DC.R1.Text
    End If

    If EC_DC.R2.Text = "infinito" Then
        valorR2 = 0
    Else
        valorR2 = EC_DC.R2.Text
    End If

    If EC_DC.RL.Text = "infinito" Then
        valorRL = 0
    Else
        valorRL = EC_DC.RL.Text
    End If

    If EC_DC.RE.Text = "Cero" Then
        valorRE = 0
    Else
        valorRE = EC_DC.RE.Text
    End If

    If EC_DC.RC.Text = "infinito" Then
        valorRC = 0
    Else
        valorRC = EC_DC.RC.Text
    End If

```

```

End If
  If EC_DC.R3.Text = "infinito" Then
    valorR3 = 0
  Else
    valorR3 = EC_DC.R3.Text
  End If

  If EC_DC.R4.Text = "infinito" Then
    valorR4 = 0
  Else
    valorR4 = EC_DC.R4.Text
  End If

  If EC_DC.rd.Text = "Cero" Then
    valorRD = 0
  Else
    valorRD = EC_DC.rd.Text
  End If

  If EC_DC.Rint.Text = "infinito" Then
    valorRint = 0
  Else
    valorRint = EC_DC.Rint.Text
  End If

  'Hago el paralelo de las resistencias
  valorR34 = ((valorR3 * valorR4) / (valorR3 + valorR4))
  valorR12 = ((valorR1 * valorR2) / (valorR1 + valorR2))
  valorRLS = (valorRL * valorRS) / (valorRL + valorRS)
  'Coomprobacion que RL
  If valorRL = 0 Then valorRLS = valorRS
  If valorRS = 0 Then valorRLS = valorRL
  'Coomprobacion que R34
  If valorR3 = 0 Then valorR34 = valorR4
  If valorR4 = 0 Then valorR34 = valorR3
  'Coomprobacion que R12
  If valorR1 = 0 Then valorR12 = valorR2
  If valorR2 = 0 Then valorR12 = valorR1

  'Transistor2
  'Rit2
  rit2 = 0
  EC_DC.rit2.Caption = "infinito"
  'Avt2
  avt2 = (Valoru * valorRLS) / (Valorrdd + valorRLS * (Valoru +
1))
  EC_DC.avt2.Caption = avt2
  'Ro
  rot2 = Valorrdd / (Valoru + 1)
  EC_DC.rot2.Caption = rot2
  If valorRL <> 0 And valorRS <> 0 Then
    ro = (rot2 * valorRS) / (rot2 + valorRS)
  Else
    ro = rot2
  End If
  EC_DC.ro.Caption = ro
  'Ro prima

```

```

    EC_DC.rop.Caption = (valorRL * ro) / (ro + valorRL)

'Transistor1
    'Primero calculo la resistencia de carga del transistor 1
    haciendo paralelo RC1 R34 y Rit2
    valorRC34 = (valorR34 * valorRC) / (valorR34 + valorRC)

    If valorR34 = 0 Then valorRC34 = valorRC
    If valorRC = 0 Then valorRC34 = valorR34

valorRLC = valorRC34 'aqui sería el paralelo con rit2 pero este es
siempre infinito

    resultado = valorhoe * (valorRLC + valorRE)

    If resultado <= 0.1 Then
        EC_DC.metodo.Caption = "APROXIMADO"
        'Formulas del cuadripolo
        'Ganancia de Intensidad
        ait1 = -valorhfe
        EC_DC.ait1.Caption = ait1
        'Rit
        rit1 = valorhie + (1 + valorhfe) * valorRE
        EC_DC.rit1.Caption = rit1
        'Ganancia de Voltaje
        avt1 = -(valorhfe * valorRLC) / rit1
        EC_DC.avt1.Caption = avt1
        'Rot1
        EC_DC.rot1.Caption = "infinito"
        rot1 = 0
        'Rst1
        rst1 = (valorR12 * valorRint) / (valorR12 + valorRint)
        EC_DC.rst1.Caption = rst1

    Else
        EC_DC.metodo.Caption = "EXACTO"
        'Formulas del cuadripolo
        'Ganancia de Intensidad
        ait1 = (valorhoe * valorRE - valorhfe) / (1 + valorhoe *
(valorRLC + valorRE))
        EC_DC.ait1.Caption = ait1
        'Rit
        rit1 = (1 - ait1) * valorRE + valorhie + valorhre * ait1 *
(valorRLC + ((ait1 - 1) / ait1) * valorRE)

        EC_DC.rit1.Caption = rit1
        'Ganancia de Voltaje
        avt1 = (ait * valorRLC) / rit1
        EC_DC.avt1.Caption = avt1
        'Rst1
        rst1 = (valorR12 * valorRint) / (valorR12 + valorRint)
        EC_DC.rst1.Caption = rst1
        'Rot1
        rot1 = ((1 + valorhfe) * valorRE + (rst1 + valorhie) * (1
+ valorhoe * valorRE)) / (valorhoe * (valorRE + rst1 + valorhie -
(valorhre * valorhfe) / valorhoe))
        EC_DC.rot1.Caption = rot1

```

```

End If
'Ecuaciones Etapa Entera
'Ri
ri = (valorR12 * rit1) / (valorR12 + rit1)
EC_DC.ri.Caption = ri
'Av
av = avt1 * avt2
EC_DC.av.Caption = av
'Ai
ai = av * (ri / valorRL)
EC_DC.ai.Caption = ai

'Avs
EC_DC.avs.Caption = av * (ri / (ri + valorRint))

End If
On Error GoTo 0
End Sub
Sub Limpiarrecuadros ()
EC_DC.R1.Text = ""
EC_DC.RE.Text = ""
EC_DC.RL.Text = ""
EC_DC.RC.Text = ""
EC_DC.R2.Text = ""
EC_DC.Rs.Text = ""
EC_DC.R3.Text = ""
EC_DC.Rint.Text = ""
EC_DC.R4.Text = ""
EC_DC.rd.Text = ""
EC_DC.hie.Text = ""
EC_DC.hfe.Text = ""
EC_DC.hre.Text = ""
EC_DC.hoe.Text = ""
EC_DC.u.Text = ""
EC_DC.rdd.Text = ""
EC_DC.metodo.Caption = ""
EC_DC.ait1.Caption = ""
EC_DC.avt1.Caption = ""
EC_DC.rit1.Caption = ""
EC_DC.rot1.Caption = ""
EC_DC.rst1.Caption = ""
EC_DC.avt2.Caption = ""
EC_DC.rit2.Caption = ""
EC_DC.rot2.Caption = ""
EC_DC.ai.Caption = ""
EC_DC.av.Caption = ""
EC_DC.ri.Caption = ""
EC_DC.ro.Caption = ""
EC_DC.rop.Caption = ""
EC_DC.avs.Caption = ""
End Sub

Sub botonR2 ()
If EC_DC.ToggleButtonR2 = True Then
EC_DC.R2.Text = "infinito"
EC_DC.ToggleButtonR2.Caption = "Sin R2"

```

```

End If
If EC_DC.ToggleButtonR2 = False Then
    EC_DC.R2.Text = ""
    EC_DC.ToggleButtonR2.Caption = "Con R2"
End If
End Sub
Sub botonRS ()
    If EC_DC.ToggleButtonRS = True Then
        EC_DC.Rs.Text = "infinito"
        EC_DC.ToggleButtonRS.Caption = "Sin RS"
    End If
    If EC_DC.ToggleButtonRS = False Then
        EC_DC.Rs.Text = ""
        EC_DC.ToggleButtonRS.Caption = "Con RS"
    End If
End Sub
Sub botonRE ()
    If EC_DC.ToggleButtonRE = True Then
        EC_DC.RE.Text = "Cero"
        EC_DC.ToggleButtonRE.Caption = "Sin RE"
    End If
    If EC_DC.ToggleButtonRE = False Then
        EC_DC.RE.Text = ""
        EC_DC.ToggleButtonRE.Caption = "Con RE"
    End If
End Sub

Sub botonR4 ()
    If EC_DC.ToggleButtonR4 = True Then
        EC_DC.R4.Text = "infinito"
        EC_DC.ToggleButtonR4.Caption = "Sin R4"
    End If
    If EC_DC.ToggleButtonR4 = False Then
        EC_DC.R4.Text = ""
        EC_DC.ToggleButtonR4.Caption = "Con R4"
    End If
End Sub

Sub botonRD ()
    If EC_DC.ToggleButtonRD = True Then
        EC_DC.rd.Text = "Cero"
        EC_DC.ToggleButtonRD.Caption = "Sin RD"
    End If
    If EC_DC.ToggleButtonRD = False Then
        EC_DC.rd.Text = ""
        EC_DC.ToggleButtonRD.Caption = "Con RD"
    End If
End Sub
Sub botonRL ()
    If EC_DC.ToggleButtonRL = True Then
        EC_DC.RL.Text = "infinito"
        EC_DC.ToggleButtonRL.Caption = "Sin RL"
    End If
    If EC_DC.ToggleButtonRL = False Then
        EC_DC.RL.Text = ""
        EC_DC.ToggleButtonRL.Caption = "Con RL"
    End If
End Sub

```

## CODIGO MODULO SURTIDOR COMUN - EMISOR COMUN

```
Attribute VB_Name = "ProcedimientosSC_EC"  
Sub LanzarSC_EC()  
    SC_EC.Show  
End Sub  
  
Sub LanzarTeoria_SC_EC()  
    Teoria_VARIAS_ETAPAS.Show  
End Sub  
Sub botoncalcular()  
    'Declaracion de variables  
    'Resistencias  
    Dim valorR1 As Single  
    Dim valorRS As Single  
    Dim valorR2 As Single  
    Dim valorRL As Single  
    Dim valorRE As Single  
    Dim valorRC As Single  
    Dim valorRD As Single  
    Dim valorR3 As Single  
    Dim valorR4 As Single  
    Dim valorR12 As Single  
    Dim valorRLC As Single  
    Dim valorRLS As Single  
    Dim valorR34 As Single  
    Dim valorRD34 As Single  
    'Parametros Transistor  
    Dim valorhfe As Single  
    Dim valorhre As Single  
    Dim valorhie As Single  
    Dim valorhoe As Single  
    Dim Valoru As Single  
    Dim Valorrdd As Single  
  
    Dim resultado As Single  
  
    'Cuadripolo  
    Dim ait1 As Single  
    Dim rot1 As Single  
    Dim avt1 As Single  
    Dim rit1 As Single  
    Dim rst1 As Single  
    Dim ait2 As Single  
    Dim rot2 As Single  
    Dim avt2 As Single  
    Dim rit2 As Single  
    Dim rst2 As Single  
    'Etapa  
    Dim ai As Single  
    Dim ro As Single  
    Dim rop As Single  
    Dim av As Single  
    Dim ri As Single  
  
On Error Resume Next
```



```

'Comprueba que los cuadros de escribir no estan vacios
If SC_EC.R1.Text = Empty Or SC_EC.R2.Text = Empty Or
SC_EC.RC.Text = Empty Or SC_EC.Rs.Text = Empty Or SC_EC.rd.Text =
Empty Or SC_EC.R3.Text = Empty Or SC_EC.R4.Text = Empty Or
SC_EC.RE.Text = Empty Or SC_EC.hfe.Text = Empty Or SC_EC.hie.Text
= Empty Or SC_EC.hre.Text = Empty Or SC_EC.hoe = Empty Or
SC_EC.u.Text = Empty Or SC_EC.rdd.Text = Empty Then
    MsgBox "Debe ingresar un numero en cada recuadro, si
no quieres que aparezca alguna resistencia pulsa el botón de su
derecha", vbInformation + vbOKOnly, "Información importante."
ElseIf SC_EC.RL.Text = Empty Or SC_EC.RL.Text = "infinito" Then
    MsgBox "La Resistencia RL no debe ir sin valor ya que
es por donde pasa la intensidad Io, si es necesario deje en blanco
RC pero no RL", vbInformation + vbOKOnly, "Resistencia RL."
Else
    'Introduzcan el valor de los cuadros en las variables y si
son infinito
    valorhie = SC_EC.hie.Text
    valorhfe = SC_EC.hfe.Text
    valorhoe = SC_EC.hoe.Text
    valorhre = SC_EC.hre.Text
    Valoru = SC_EC.u.Text
    Valorrdd = SC_EC.rdd.Text

    If SC_EC.Rs.Text = "infinito" Then
        valorRS = 0
    Else
        valorRS = SC_EC.Rs.Text
    End If

    If SC_EC.R1.Text = "Cero" Then
        valorR1 = 0
    Else
        valorR1 = SC_EC.R1.Text
    End If

    If SC_EC.R2.Text = "infinito" Then
        valorR2 = 0
    Else
        valorR2 = SC_EC.R2.Text
    End If

    If SC_EC.RL.Text = "infinito" Then
        valorRL = 0
    Else
        valorRL = SC_EC.RL.Text
    End If

    If SC_EC.RE.Text = "Cero" Then
        valorRE = 0
    Else
        valorRE = SC_EC.RE.Text
    End If

    If SC_EC.RC.Text = "infinito" Then
        valorRC = 0
    Else
        valorRC = SC_EC.RC.Text
    End If

```

```

    If SC_EC.R3.Text = "infinito" Then
        valorR3 = 0
    Else
        valorR3 = SC_EC.R3.Text
    End If

    If SC_EC.R4.Text = "infinito" Then
        valorR4 = 0
    Else
        valorR4 = SC_EC.R4.Text
    End If

    If SC_EC.rd.Text = "infinito" Then
        valorRD = 0
    Else
        valorRD = SC_EC.rd.Text
    End If

    'Hago el paralelo de las resistencias
    valorR34 = ((valorR3 * valorR4) / (valorR3 + valorR4))
    valorR12 = ((valorR1 * valorR2) / (valorR1 + valorR2))
    valorRLC = (valorRL * valorRC) / (valorRL + valorRC)
    'Coomprobacion que RL
    If valorRL = 0 Then valorRLC = valorRC
    If valorRC = 0 Then valorRLC = valorRL
    'Coomprobacion que R34
    If valorR3 = 0 Then valorR34 = valorR4
    If valorR4 = 0 Then valorR34 = valorR3
    'Coomprobacion que R12
    If valorR1 = 0 Then valorR12 = valorR2
    If valorR2 = 0 Then valorR12 = valorR1

    'Transistor2
    resultado = valorhoe * (valorRLC + valorRE)

    If resultado <= 0.1 Then
        SC_EC.metodo.Caption = "APROXIMADO"
        'Formulas del cuadripolo
        'Ganancia de Intensidad
        ait2 = -valorhfe
        SC_EC.ait2.Caption = ait2
        'Rit
        rit2 = valorhie + (1 + valorhfe) * valorRE
        SC_EC.rit2.Caption = rit2
        'Ganancia de Voltaje
        avt2 = -(valorhfe * valorRLC) / rit2
        SC_EC.avt2.Caption = avt2
        'Rot
        SC_EC.rot2.Caption = "infinito"
        rot2 = 0
    Else
        SC_EC.metodo.Caption = "EXACTO"
        'Formulas del cuadripolo
        'Ganancia de Intensidad

```

```

    ait2 = (valorhoe * valorRE - valorhfe) / (1 + valorhoe *
(valorRLC + valorRE))
    SC_EC.ait2.Caption = ait2
    'Rit
    rit2 = (1 - ait2) * valorRE + valorhie + valorhre * ait2 *
(valorRLC + ((ait2 - 1) / ait2) * valorRE)

    SC_EC.rit2.Caption = rit2
    'Ganancia de Voltaje
    avt2 = (ait2 * valorRLC) / rit2
    SC_EC.avt2.Caption = avt2
    'Rot2
    'Introduzco un valor en rot2 para luego saber si estoy en
metodo exacto y calcularlo
    rot2 = 5

End If

'Transistor1
    'Primero calculo la resistencia de carga del transistor 1
haciendo paralelo RC1 R34 y Rit2
valorRD34 = (valorR34 * valorRD) / (valorR34 + valorRD)

    If valorR34 = 0 Then valorRD34 = valorRD
    If valorRD = 0 Then valorRD34 = valorR34

valorRLD = (rit2 * valorRD34) / (rit2 + valorRD34)

    If rit2 = 0 Then valorRLD = valorRD34
    If valorRD34 = 0 Then valorRLD = rit2

    'Rit1

    SC_EC.rit1.Caption = "infinito"

    'Avt1
    avt1 = (-Valoru * valorRLD) / (Valorrdd + valorRLD + valorRS *
(Valoru + 1))
    SC_EC.avt1.Caption = avt1
    'Rot1
    rot1 = Valorrdd + valorRS * (Valoru + 1)
    SC_EC.rot1.Caption = rot1

'Ecuaciones Etapa Entera
    'Ri
    ri = valorR12
    SC_EC.ri.Caption = ri
    'Av
    av = avt1 * avt2
    SC_EC.av.Caption = av
    'Ai
    ai = av * (ri / valorRL)
    SC_EC.ai.Caption = ai

```

```

'Rst2
rst2 = (valorRD34 * rot1) / (valorRD34 + rot1)

If valorRD34 = 0 Then rst2 = rot1
If rot1 = 0 Then rst2 = valorRD34
SC_EC.rst2.Caption = rst2
'Rot2
If rot2 = 5 Then
    rot2 = ((1 + valorhfe) * valorRE + (rst2 + valorhie) * (1
+ valorhoe * valorRE)) / (valorhoe * (valorRE + rst2 + valorhie -
(valorhre * valorhfe) / valorhoe))
    SC_EC.rot2.Caption = rot2
End If

'Ro o Ro2 (es lo mismo)
If valorRC <> 0 And valorRL <> 0 Then
    ro = (valorRC * rot2) / (valorRC + rot2)
    If ro = 0 Then ro = valorRC 'ro sera igual a 0 cuando rot
sea 0 es decir metodo aproximado
    SC_EC.ro.Caption = ro
Else
    ro = rot2

    If ro = 0 Then
        SC_EC.ro.Caption = "infinito"
    Else
        SC_EC.ro.Caption = ro
    End If

End If

'Ro prima
If ro = 0 Or rot = 0 Then
'Para que ro sea = 0 tiene que ser metodo exacto (rot
infinito=0) y que RC no exista
'si Existe RC y rot es =0 Rop sigue siendo paralelo de RC y RL
    SC_EC.rop.Caption = valorRLC
Else
    SC_EC.rop.Caption = (valorRLC * rot2) / (valorRLC + rot2)
'es el paralelo RLC con rot porque si fuera con Ro en vez de
rot y existen RC y RL haria el paralelo con RC dos veces
End If

End If
On Error GoTo 0
End Sub
Sub Limpiarrecuadros()
    SC_EC.R1.Text = ""
    SC_EC.RE.Text = ""
    SC_EC.RL.Text = ""
    SC_EC.RC.Text = ""
    SC_EC.R2.Text = ""
    SC_EC.Rs.Text = ""
    SC_EC.R3.Text = ""
    SC_EC.R4.Text = ""
    SC_EC.rd.Text = ""
    SC_EC.hie.Text = ""

```

```

SC_EC.hfe.Text = ""
SC_EC.hre.Text = ""
SC_EC.hoe.Text = ""
SC_EC.u.Text = ""
SC_EC.rdd.Text = ""
SC_EC.metodo.Caption = ""
SC_EC.ait2.Caption = ""
SC_EC.avt2.Caption = ""
SC_EC.rit2.Caption = ""
SC_EC.rot2.Caption = ""
SC_EC.rst2.Caption = ""
SC_EC.avt1.Caption = ""
SC_EC.rit1.Caption = ""
SC_EC.rot1.Caption = ""
SC_EC.ai.Caption = ""
SC_EC.av.Caption = ""
SC_EC.ri.Caption = ""
SC_EC.ro.Caption = ""
SC_EC.rop.Caption = ""

End Sub

Sub botonR2 ()
  If SC_EC.ToggleButtonR2 = True Then
    SC_EC.R2.Text = "infinito"
    SC_EC.ToggleButtonR2.Caption = "Sin R2"
  End If
  If SC_EC.ToggleButtonR2 = False Then
    SC_EC.R2.Text = ""
    SC_EC.ToggleButtonR2.Caption = "Con R2"
  End If
End Sub

Sub botonRS ()
  If SC_EC.ToggleButtonRS = True Then
    SC_EC.Rs.Text = "Cero"
    SC_EC.ToggleButtonRS.Caption = "Sin RS"
  End If
  If SC_EC.ToggleButtonRS = False Then
    SC_EC.Rs.Text = ""
    SC_EC.ToggleButtonRS.Caption = "Con RS"
  End If
End Sub

Sub botonRE ()
  If SC_EC.ToggleButtonRE = True Then
    SC_EC.RE.Text = "Cero"
    SC_EC.ToggleButtonRE.Caption = "Sin RE"
  End If
  If SC_EC.ToggleButtonRE = False Then
    SC_EC.RE.Text = ""
    SC_EC.ToggleButtonRE.Caption = "Con RE"
  End If
End Sub

Sub botonRC ()
  If SC_EC.ToggleButtonRC = True Then
    SC_EC.RC.Text = "infinito"
    SC_EC.ToggleButtonRC.Caption = "Sin RC"
  End If
  If SC_EC.ToggleButtonRC = False Then

```

```

    SC_EC.RC.Text = ""
    SC_EC.ToggleButtonRC.Caption = "Con RC"
End If
End Sub

Sub botonR4 ()
    If SC_EC.ToggleButtonR4 = True Then
        SC_EC.R4.Text = "infinito"
        SC_EC.ToggleButtonR4.Caption = "Sin R4"
    End If
    If SC_EC.ToggleButtonR4 = False Then
        SC_EC.R4.Text = ""
        SC_EC.ToggleButtonR4.Caption = "Con R4"
    End If
End Sub

Sub botonRL ()
    If SC_EC.ToggleButtonRL = True Then
        SC_EC.RL.Text = "infinito"
        SC_EC.ToggleButtonRL.Caption = "Sin RL"
    End If
    If SC_EC.ToggleButtonRL = False Then
        SC_EC.RL.Text = ""
        SC_EC.ToggleButtonRL.Caption = "Con RL"
    End If
End Sub

```

## CODIGO MODULO DARLINGTON

```
Attribute VB_Name = "ProcedimientosDar"
Sub LanzarDar()
    Darlington.Show
End Sub
Sub LanzarTeoria_Dar()
    Teoria_Dar.Show
End Sub
Sub botoncalcular()
    'Declaracion de variables
    'Resistencias
    Dim valorRE As Single
    Dim valorRS As Single

    'Parametros Transistor
    Dim valorhfe1 As Single
    Dim valorhre1 As Single
    Dim valorhie1 As Single
    Dim valorhoe1 As Single
    Dim valorhfe2 As Single
    Dim valorhre2 As Single
    Dim valorhie2 As Single
    Dim valorhoe2 As Single
    Dim valorhfc1 As Single
    Dim valorhrc1 As Single
    Dim valorhic1 As Single
    Dim valorhoc1 As Single
    Dim valorhfc2 As Single
    Dim valorhrc2 As Single
    Dim valorhic2 As Single
    Dim valorhoc2 As Single

    Dim resultado1 As Single
    Dim resultado2 As Single
    'Cuadripolo
    Dim ait1 As Single
    Dim avt1 As Single
    Dim rit1 As Single
    Dim ait2 As Single
    Dim avt2 As Single
    Dim rit2 As Single
    'Etapas
    Dim ai As Single
    Dim av As Single
    Dim avs As Single
    Dim ri As Single
On Error Resume Next

    'Comprueba que los cuadros de escribir no estan vacios
    If Darlington.RE.Text = Empty Or Darlington.Rs.Text = Empty Or
    Darlington.hfe1.Text = Empty Or Darlington.hie1.Text = Empty Or
    Darlington.hre1.Text = Empty Or Darlington.hoe1 = Empty Or
    Darlington.hfe2.Text = Empty Or Darlington.hie2.Text = Empty Or
    Darlington.hre2.Text = Empty Or Darlington.hoe2 = Empty Then
```

```

        MsgBox "Debe ingresar un numero en cada recuadro, no
puedes dejarlos vacios", vbInformation + vbOKOnly, "Información
importante."
Else
    'Introduzcan el valor de los recuadros en las variables y si
son infinito
    valorhie1 = Darlington.hie1.Text
    valorhfe1 = Darlington.hfe1.Text
    valorhoe1 = Darlington.hoe1.Text
    valorhre1 = Darlington.hre1.Text
    valorhie2 = Darlington.hie2.Text
    valorhfe2 = Darlington.hfe2.Text
    valorhoe2 = Darlington.hoe2.Text
    valorhre2 = Darlington.hre2.Text

    valorhfc1 = -(1 + valorhfe1)
    valorhic1 = valorhie1
    valorhoc1 = valorhoe1
    valorhrc1 = 1

    valorhfc2 = -(1 + valorhfe2)
    valorhic2 = valorhie2
    valorhoc2 = valorhoe2
    valorhrc2 = 1

    valorRE = Darlington.RE.Text
    valorRS = Darlington.Rs.Text
    'Transistor2
    resultado2 = valorhoe2 * (valorRE)

    If resultado2 <= 0.1 Then
        Darlington.metodo2.Caption = "APROXIMADO"
        'Formulas del cuadripolo
        'Ganancia de Intensidad
        ait2 = 1 + valorhfe2
        Darlington.ait2.Caption = ait2
        'Rit
        rit2 = valorhie2 + (1 + valorhfe2) * valorRE
        Darlington.rit2.Caption = rit2
        'Ganancia de Voltaje
        avt2 = 1 - (valorhie2 / rit2)
        Darlington.avt2.Caption = avt2

    Else
        Darlington.metodo2.Caption = "EXACTO"

        'Formulas del cuadripolo
        'Ganancia de Intensidad
        ait2 = (-valorhfc2) / (1 + valorhoc2 * valorRE)
        Darlington.ait2.Caption = ait2
        'Rit2
        rit2 = valorhic2 + valorhrc2 * ait2 * valorRE
        Darlington.rit2.Caption = rit2
        'Ganancia de Voltaje
        avt2 = (ait2 * valorRE) / rit2
        Darlington.avt2.Caption = avt2

```



```

End If
'Transistor1
'la RLT del transistor 1 sera Rit2
resultado1 = valorhoel * (rit2)

If resultado1 <= 0.1 Then
    Darlington.metodo1.Caption = "APROXIMADO"
    'Formulas del cuadripolo
    'Ganancia de Intensidad
    ait1 = 1 + valorhfel
    Darlington.ait1.Caption = ait1
    'Rit
    rit1 = valorhiel + (1 + valorhfel) * rit2
    Darlington.rit1.Caption = rit1
    'Ganancia de Voltaje
    avt1 = 1 - (valorhiel / rit1)
    Darlington.avt1.Caption = avt1

Else
    Darlington.metodo1.Caption = "EXACTO"

    'Formulas del cuadripolo
    'Ganancia de Intensidad
    ait1 = (-valorhfc1) / (1 + valorhoc1 * rit2)
    Darlington.ait1.Caption = ait1
    'Rit2
    rit1 = valorhic1 + valorhrc1 * ait1 * rit2
    Darlington.rit1.Caption = rit1
    'Ganancia de Voltaje
    avt1 = (ait1 * rit2) / rit1
    Darlington.avt1.Caption = avt1

End If

'Etapa Entera
'Ri
ri = rit1
Darlington.ri.Caption = ri
'Av
av = avt1 * avt2
Darlington.av.Caption = av
'Ai
ai = ait1 * ait2
Darlington.ai.Caption = ai
'Avs
Darlington.avs.Caption = av * (ri / (ri + valorRS))

End If
On Error GoTo 0
End Sub
Sub Limpiarrecuadros()
    Darlington.RE.Text = ""
    Darlington.Rs.Text = ""

    Darlington.hiel.Text = ""
    Darlington.hfel.Text = ""
    Darlington.hrel.Text = ""
    Darlington.hoel.Text = ""
    Darlington.hie2.Text = ""

```

```
Darlington.hfe2.Text = ""  
Darlington.hre2.Text = ""  
Darlington.hoe2.Text = ""  
Darlington.metodo1.Caption = ""  
Darlington.metodo2.Caption = ""  
Darlington.ait1.Caption = ""  
Darlington.avt1.Caption = ""  
Darlington.rit1.Caption = ""  
Darlington.ait2.Caption = ""  
Darlington.avt2.Caption = ""  
Darlington.rit2.Caption = ""  
Darlington.ai.Caption = ""  
Darlington.av.Caption = ""  
Darlington.ri.Caption = ""  
Darlington.ro.Caption = ""  
Darlington.avs.Caption = ""
```

End Sub

## CODIGO MODULO DIFERENCIAL

```
Attribute VB_Name = "ProcedimientosDiferencial"
Sub LanzarDiferencial()
    Diferencial.Show
End Sub
Sub LanzarTeoria_Diferencial()
    Teoria_Diferencial.Show
End Sub

Sub botoncalcular()
    'Declaracion de variables
    'Resistencias
    Dim valorRC As Single
    Dim valorRE As Single
    'Parametros Transistor
    Dim valorhfe As Single
    Dim valorhre As Single
    Dim valorhie As Single
    Dim valorhoe As Single
    Dim valorv1 As Single
    Dim valorv2 As Single
    'Otras variables
    Dim vd As Single
    Dim vc As Single
    Dim vod As Single
    Dim voa As Single
    Dim ad As Single
    Dim ac As Single
    Dim rid As Single
    Dim ric As Single
    Dim rop2 As Single
    Dim rop1 As Single
    Dim ro2 As Single
    Dim ro1 As Single
    Dim rrmc1 As Single
    Dim rrmc2 As Single

    On Error Resume Next

    'Comprueba que los cuadros de escribir no estan vacios
    If Diferencial.RE.Text = Empty Or Diferencial.RC.Text = Empty Or
    Diferencial.v1.Text = Empty Or Diferencial.v2.Text = Empty Or
    Diferencial.hfe.Text = Empty Or Diferencial.hie.Text = Empty Or
    Diferencial.hre.Text = Empty Or Diferencial.hoe = Empty Then
        MsgBox "Debe ingresar un numero en cada recuadro",
        vbInformation + vbOKOnly, "Información importante."
    Else
        'Introduzcon el valor de los recuadros en las variables y
        compruebo si son 99999
        valorhie = Diferencial.hie.Text
        valorhfe = Diferencial.hfe.Text
    End If
End Sub
```

```

valorhoe = Diferencial.hoe.Text
valorhre = Diferencial.hre.Text
valorRE = Diferencial.RE.Text
valorRC = Diferencial.RC.Text

'Distinguimos si quieren meter v1 y v2 o vd y vc
If Diferencial.OptionButton1 = True Then
    valorv1 = Diferencial.v1.Text
    valorv2 = Diferencial.v2.Text

    vd = valorv1 - valorv2

    vc = (valorv1 + valorv2) / 2
End If

If Diferencial.OptionButton2 = True Then
    vd = Diferencial.v1.Text
    vc = Diferencial.v2.Text
End If

'Salida Diferencial
vod = ((valorhfe * valorRC) / valorhie) * vd
Diferencial.vod.Caption = vod

'Salida Asimetrica
voa = ((valorhfe * valorRC) / (2 * valorhie)) * vd + ((-
valorhfe * valorRC) / (valorhie + 2 * valorRE * (1 + valorhfe))) *
vc
Diferencial.voa.Caption = voa

'Impedancia Entrada Diferencial
rid = 2 * valorhie
Diferencial.rid.Caption = rid

'Impedancia Entrada Asimetrica
ric = (valorhie / 2) + valorRE * (1 + valorhfe)
Diferencial.ric.Caption = ric

'Impedancia Salida Diferencial
Diferencial.rol.Caption = "infinito"
Diferencial.rop1.Caption = 2 * valorRC

'Impedancia salida Asimetrica
Diferencial.ro2.Caption = "infinito"
Diferencial.rop2.Caption = valorRC

'Relación Rechazo Modo Comun
Diferencial.rrmc1.Caption = "infinito"
Diferencial.rrmc2.Caption = ((valorhfe * valorRC) / valorhie)
/ ((valorhfe * valorRC) / (valorhie + 2 * valorRE * (1 +
valorhfe)))

On Error GoTo 0
End If
End Sub
Sub Limpiarrecuadros()
Diferencial.RE.Text = ""

```

```
Diferencial.RC.Text = ""
Diferencial.hie.Text = ""
Diferencial.hfe.Text = ""
Diferencial.hre.Text = ""
Diferencial.hoe.Text = ""
Diferencial.v1.Text = ""
Diferencial.v2.Text = ""
Diferencial.vod.Caption = ""
Diferencial.voa.Caption = ""
Diferencial.rid.Caption = ""
Diferencial.ric.Caption = ""
Diferencial.ro1.Caption = ""
Diferencial.ro2.Caption = ""
Diferencial.rop1.Caption = ""
Diferencial.rop2.Caption = ""
Diferencial.rrmc1.Caption = ""
Diferencial.rrmc2.Caption = ""
```

End Sub

## CODIGO MODULO INSTRUCCIONES

```
Attribute VB_Name = "ProcedimientosInstrucciones"  
Sub LanzarInstrucciones ()  
    Instrucciones.Show  
End Sub
```