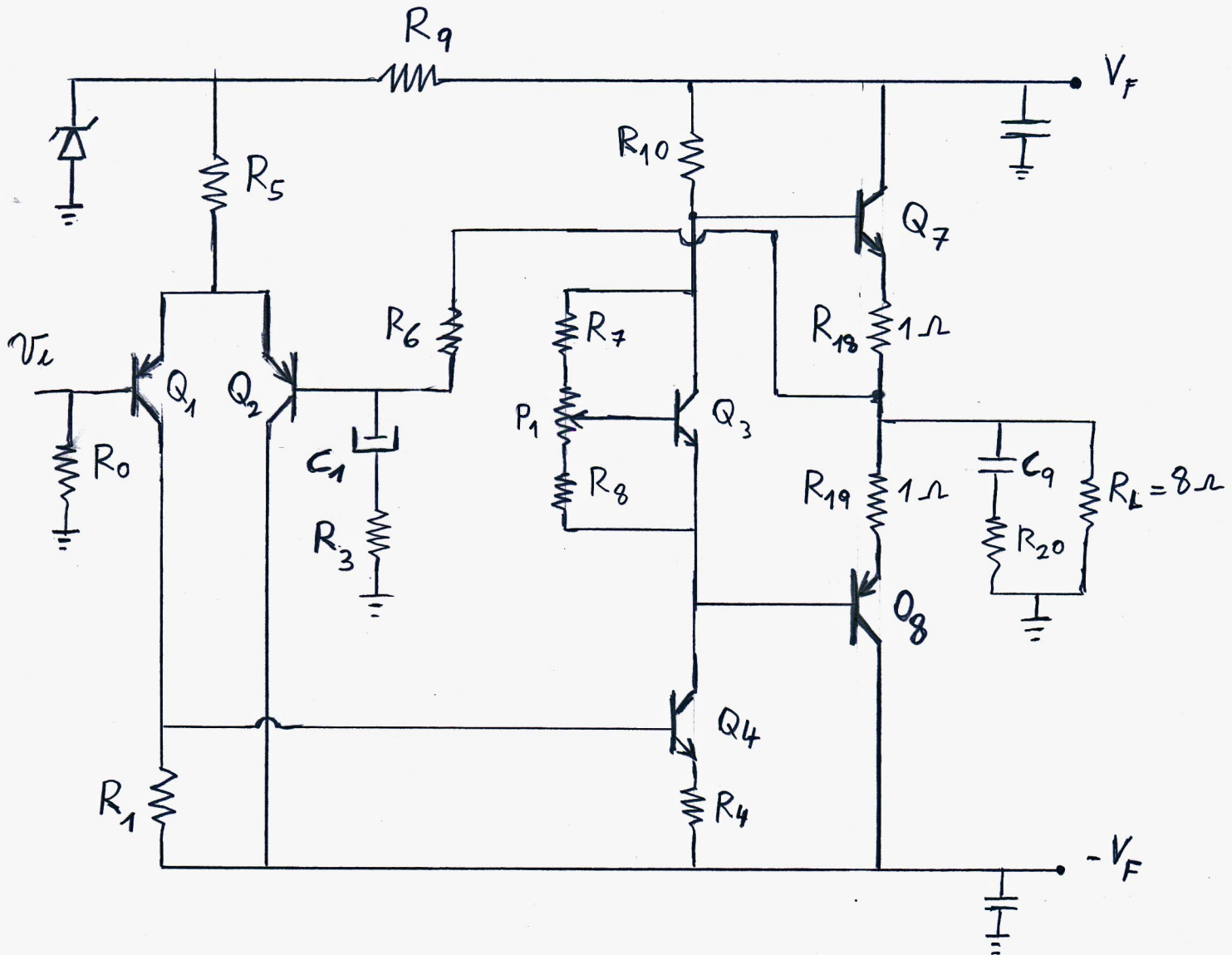


El amplificador de la figura deberá ser capaz de entregar 25W a un parlante de 8Ω a una temperatura ambiente de 40°C .

- Diseñar V_F , Q7 y Q8.
- Analizar los bloques circuitales del amplificador de potencia.
- Estudiar el funcionamiento del circuito de compensación de distorsión de cruce.



a) DEBE ENTREGAR 25W AL
PARLANTE DE 8Ω

P01-C 2

$$P_L = I_{\text{eff}}^2 R_L = \left(\frac{\hat{I}_L}{\sqrt{2}} \right)^2 \cdot R_L = 25W$$

$$\Rightarrow \left[\hat{I}_L = \sqrt{\frac{2 P_L}{R_L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 25W}{8\Omega}} = 2,5A \right]$$

$$\left[\hat{V}_L = \hat{I}_L R_L = 2,5A \cdot 8\Omega = 20V \right]$$

$\rightarrow$ DISEÑO DE V_F :

$$V_F \geq \hat{V}_L + \hat{I}_L R_{18} + V_{CE_{\min}} = 20V + 2,5A \cdot 1\Omega + 2V$$

$$\left[\text{ADOPTO } V_{CE_{\min}} = 2V \right]$$

CRITERIO PARA TODOS
LOS TR. DE POTENCIA

$$V_L \geq 24,5V$$

$$\text{ADOPTO } \left[V_F = 25V \right]$$

OBSERVACION: (DE TEORIA CASO IDEAL ($V_L = V_F$))

$$P_{L_{\max}} = \frac{V_{L_{\text{eff}}}^2}{R_L} = \frac{\left(\frac{\hat{V}_L}{\sqrt{2}} \right)^2}{R_L} = \frac{\hat{V}_L^2}{2 R_L} \xrightarrow{V_L = V_F} \frac{V_F^2}{2 R_L} = 39W > 25W$$

$\uparrow$
REAL

$$P_F = V_F \overset{\downarrow \text{MEDIA}}{\hat{I}_L} = V_F \frac{2}{\pi} \hat{I}_L = \frac{2}{\pi} V_F \frac{\hat{V}_L}{R_L}$$

$$P_{F_{\max}} = \frac{2}{\pi} V_F \frac{\hat{V}_L}{R_L} \bigg|_{\hat{V}_L = V_F} = \frac{2}{\pi} \frac{V_F^2}{R_L} = 49,8W$$

EN TEORIA

P01-C 3

$$\eta_{\max} = \frac{P_{L\max}}{P_{F\max}} = \frac{39 \text{ W}}{49,8 \text{ W}} = 78\% \quad \text{COMO VIMOS EN TEORIA PAR EL CASO IDEAL}$$

EN REALIDAD CON $V_{CE\min}$ Y LAS R_{18} Y R_{19}

$$P_{L\max} = 25 \text{ W} \quad P_{F\max} = \frac{2}{\pi} V_F \frac{\hat{V}_L}{R_L} = \frac{2}{\pi} 25 \text{ V} \frac{20 \text{ V}}{8 \Omega} = 39,8 \text{ W}$$

$$\eta_{\max} = \frac{P_{L\max}}{P_{F\max}} = \frac{25 \text{ W}}{39,8 \text{ W}} = 62,8\% < 78\% \quad (\text{IDEAL})$$

→ ELECCIÓN DE LOS TRANSISTORES:

CÁLCULO DE POTENCIA MÁXIMA QUE DEBEN DISIPAR $P_{D\max}$ (LOS DOS TRANSISTORES)

$$P_D = f(\hat{V}_L) \quad , \quad P_D = P_F - P_L = \frac{2}{\pi} \frac{V_F \hat{V}_L}{R} - \frac{1}{2} \frac{\hat{V}_L^2}{R_L}$$

QUIERO CALCULAR $P_{D\max}$, $\frac{\partial P_D}{\partial \hat{V}_L} = 0$

$$\Rightarrow \left[P_{D\max} \right]_{\hat{V}_L = \frac{2}{\pi} V_F} = \frac{2}{\pi^2} \frac{V_F^2}{R_L} = 15,8 \text{ W}$$

OBSERVACION I: LA CONDICION DE MAXI-

MO NO SE DA EN $\hat{V}_L = V_F$

ES DECIR $P_{D\max} \neq P_{F\max} - P_{L\max}$

ESTANDARAS
PARA
 $V_{L\max}$

OBSERVAR CURVA P_D



OBSERVACIÓN II

P01-C 4

LOS TRANSISTORES DISIPAN LA MÁXIMA POTENCIA PARA UNA CONDICIÓN DE

$$V_i / \hat{V}_L = \frac{2}{\pi} V_F$$

PARA ESTA CONDICIÓN:

$$\left. \begin{aligned} P_L (\hat{V}_L = \frac{2}{\pi} V_F) &= \frac{2}{\pi^2} \frac{V_F^2}{R_L} \\ P_D (\hat{V}_L = \frac{2}{\pi} V_F) &= \frac{2}{\pi^2} \frac{V_F^2}{R_L} \end{aligned} \right\} = P_L = P_D \text{ LOS TRANSISTORES DISIPAN LA MISMA POTENCIA QUE ENTRE GAN A LA CARGA}$$

$$P_L (\hat{V}_L = \frac{2}{\pi} V_F) = \frac{2}{\pi \pi} \frac{V_F^2}{R_L} = \frac{1}{\pi} P_{F_{MAX}} = 0,31 P_{F_{MAX}}$$

EN ESTA CONDICIÓN LA FUENTE ENTREGA SOLO EL 31% DE $P_{F_{MAX}}$.

ELEJIMOS EL MJE15028/29 (MOTOROLA)

CRITERIOS DE ELECCIÓN

-) $BV_{CEO} > 2V_F + 20\%$

- PUES $V_{CE} \approx V_F - \hat{V}_L \Big|_{MAX} \approx V_F - (-V_F) = 2V_F$

↑
DESCRIPCIO $R_{18} \times R_{19}$

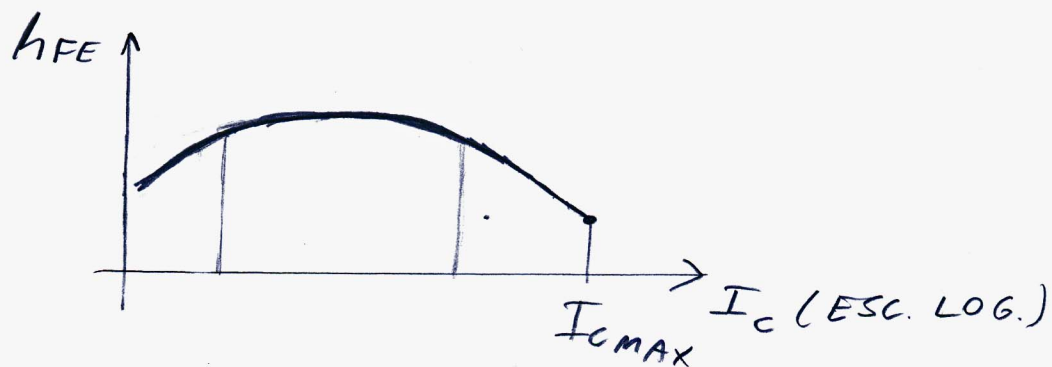
CASO IDEAL
↓

EN NUESTRO CASO

$BV_{CEO} = 120V > 2V_F$ ok!
50V

$$\rightarrow I_{C_{MAX}} \geq 2 I_{L_{MAX}}$$

PUES EL h_{FE} CAE MUCHO CUANDO NOS APROXIMAMOS A $I_{C_{MAX}}$ TENDRIA QUE TOMAR UN h_{FE} MENOR CON LO CUAL DEBERIA DISEÑAR I_B MAS ALTAS LO QUE TRAE MAYORES EXIGENCIAS PARA LAS ETAPAS ANTERIORES



EN NUESTRO CASO :

$$I_{C_{MAX}} = 8A > 2 I_{L_{MAX}} = 5A \quad \text{OK!}$$

$\rightarrow P_D$ TAL QUE CON UN ADECUADO DISIPADOR PUEDA TOLERAR $P_{D_{T_{MAX}}} = \frac{P_{O_{MAX}}}{2}$

EN NUESTRO CASO

$$P_D = 50W @ T_C = 25^\circ C \quad (\text{DISIPADOR } \infty)$$

$\leftarrow$ CAPSULA

$$P_D = 2W @ T_A = 25^\circ C \quad (\text{SIN DISIPADOR})$$

$\leftarrow$ AMBIENTE

$$R_{TH JC} = 2,5^\circ C/W$$

$$T_{J_{MAX}} = 150^\circ C$$

$$R_{TH JA} = 62,5^\circ C/W$$

(SIN DISIPADOR)

OTROS DATOS DE LOS TRANSISTORES : (OBSERVAR HOJAS DE DATOS)

P01-C 6

$$h_{FE_{MIN}} = 40 \quad (\text{OBSERVAR } h_{FE_{MIN}} = 20 @ 4A)$$

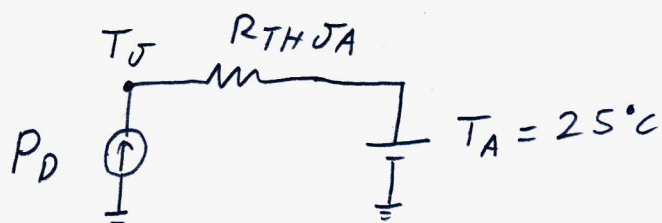
$$V_{CE_{SAT}} = 0,5V < V_{CE_{MIN}} \text{ ADOPTADA}$$

$$V_{BE_{ON}} = 1V \quad f_T = 30 \text{ MHz}$$

-) CALCULO DEL DISIPADOR :

OBSERVACION

SIN DISIPADOR TENGO EL SIGUIENTE MODELO



$$T_J = P_D \times R_{THJA} + T_A$$

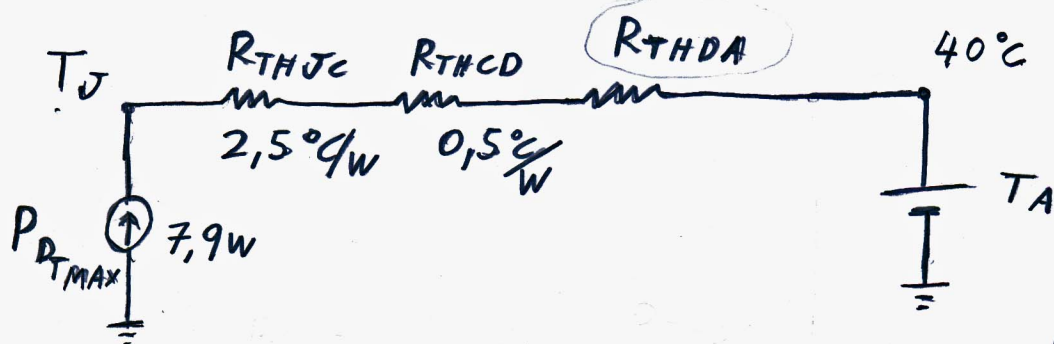
⇓

$$\text{SI } T_J = T_{J_{MAX}} = 150^\circ\text{C} \Rightarrow P_D = \frac{T_J - T_A}{R_{THJA}}$$

$$P_D = \frac{(150 - 25)^\circ\text{C}}{62,5^\circ\text{C/W}} = 2 \text{ W}$$

↖ DATO QUE ESTA
VEZ TAMBIEN ESTA
EN LAS HOJAS DE DATOS

MODELO PARA EL CALCULO DEL DISIPADOR



$$P_{D_{T_{MAX}}} = \frac{P_{D_{MAX}}}{2} = 7,9 \text{ W}$$

INCOGNITA :

R_{THDA}
(TIPO DE DISIPADOR
& LONGITUD)

-) R_{THCD} (MICA + GRASA SILICONADA) SE TOMA
 $\approx 0,5 \text{ } ^\circ\text{C/W}$

-) T_A EN ESTE PROBLEMA $T_A = 40^\circ\text{C}$ (ENUNCIADO)
SE PUEDE TOMAR

$\rightarrow T_A = 35^\circ\text{C}$ EN GABINETE BIEN VENTILADO
O CON VENTILACION FORZADA

$\rightarrow T_A = 50 \text{ a } 55$ EN GABINETES EN RACK
(POCA VENTILACION)

-) $T_{J_{MAX}}$ SE TOMA 85°C PARA ESTAR
LEJOS DE LA $T_{J_{MAX}} = 150^\circ\text{C}$ YA QUE
LA TEMPERATURA NO SE DISTRIBUYE
UNIFORMEMENTE EN LA JUNTURA
Y HAY QUE EVITAR QUE ALGUN
PUNTO CALIENTE LLEGUE AL NIVEL
DE DESTRUCCION DE LA JUNTURA.

CALCULO:

$$T_J = P_{DT_{MAX}} (R_{THJC} + R_{THCD} + R_{THDA}) + T_A$$

$$R_{THDA} = \frac{T_J - T_A}{P_{DT_{MAX}}} - R_{THJC} - R_{THCD}$$

$$= \frac{(85 - 40)^\circ\text{C}}{7,9\text{W}} - 2,5 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} - 0,5 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} = 2,69 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

OBSERVAR CURVAS DE DISIPADORES P01-C 8
Y HOJAS DE DATOS.

BUSCO UN DISIPADOR CON $R_{THDA} < 2,69 \frac{^{\circ}C}{W}$

DENTRO DE LOS QUE CUMPEN CON ESTO
TENGO 4 CRITERIOS ADICIONALES

-) ECONOMIA PUEDO ELIJIR EL MAS ECONOMICO QUE CUMPLE ESTO (EN GENERAL EL DE $R_{THDA} < \text{MAS PROXIMO}$)
-) DISPONIBILIDAD DE ESPACIO EN EL GABINETE
-) FACILIDAD DE MONTAJE

EN ESTE CASO SUPONGAMOS BUSCO EL MAS ECONOMICO

EN ESTE CASO PODRIA PENSAR EN

a) UN ZD-5 DE 5" (12,5 cm) DE LONGITUD

b) UN ZD-7 DE 3" (7,5 cm) DE LONGITUD

EN GENERAL LA MEJOR RELACION COSTO - DISIPACION - TAMAÑO ESTA EN LA RECTA VERTICAL DE 3" (7,5 cm)

EN LA OPCION (a) ESTARIA DE ALGUNA FORMA DESPERDIANDO LONGITUD

ELIJO EL ZD-7 DE 7,5 cm DE LONGITUD QUE TIENE $R_{THDA} = 2,9 \frac{^{\circ}C}{W}$

USARIA 2 ZD-7 DE 7,5 cm o 1 ZD-7 DE 15 cm
YA QUE TENGO DOS TRANSISTORES

EL DATO $P_D = 50W @ 25^\circ C$ NO ME DICE
MUCHO

SI EL TRANSISTOR TUVIERA R_{THJC} ALTA

$\Rightarrow R_{THDA} \downarrow$ Y PODRIA $\nexists$ UN DISIPADOR

QUE CUMPLA ESTO

INCLUSO R_{THDA} PODRIA SER $< 0 \Rightarrow \nexists$ DISIP

NO ES POSIBLE DISIPAR ESTA POTENCIA CON
ESTE TRANSISTOR CON LAS CONDICIONES DE
 T_J Y T_A QUE PLANTIE.

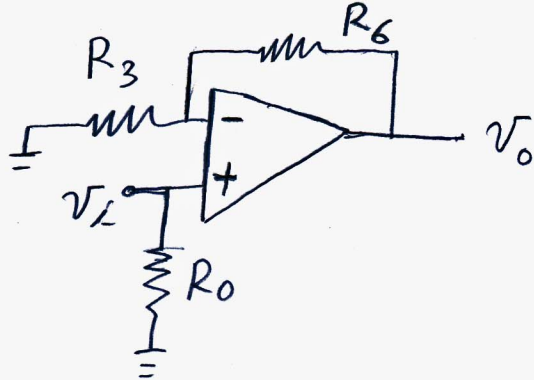
b) BLOQUES CIRCUITALES :

I) Q_1 / Q_2 AMP. DIFERENCIAL. V_L ENTRADA
NO INVERSORA
SALIDA SOBRE R_4 INVERTIDA $\therefore Q_4$ VUELVE
A INVERTIR.

II) Q_4 EMISOR COMUN (INVIERTE) ES
EL DRIVER DE LA SALIDA
LA CARGA DE Q_4 ES R_{10} YA QUE
 $V_{CE_3} \approx \text{CONTANTE}$

III) Q_7 Y Q_8 SEGUIDORES ETAPA DE
SALIDA.

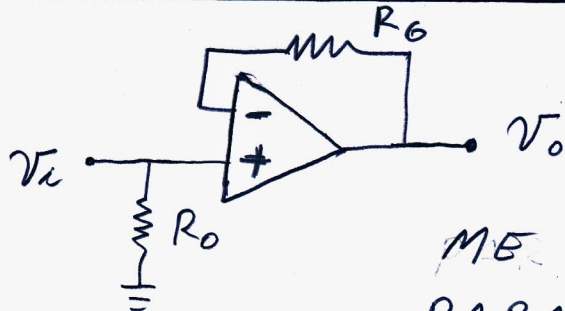
VEAMOS COMO SE COMPORTA EL CONJUNTO
 $\rightarrow$ EN SEÑAL C_4 ES UN CORTO CIRCUITO $\therefore$



$$A_v = \left(1 + \frac{R_6}{R_3}\right)$$

EN POLARIZACION :

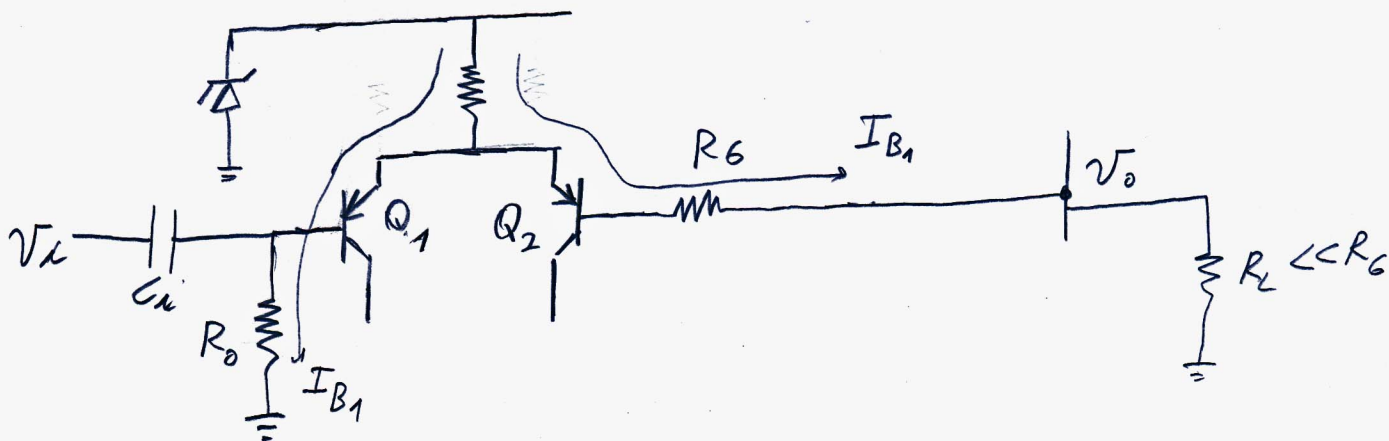
C_4 ABIERTO



LA REALIMENTACION
ME ASEGURA TENER $V_o = 0$
PARA $V_i = 0$ (SIN SEÑAL)

PARA COMPENSAR CORRIENTES DE
POLARIZACION DEBE SER $R_0 = R_6$

VEAMOS



$$V_o = -I_{B2} R_6 - V_{EB2} + V_{EB1} + I_{B1} R_0 = 0$$

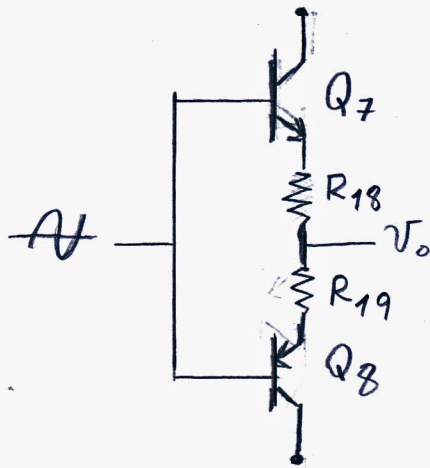
$$\text{SI } V_{BE1} = V_{BE2} \quad \text{Y} \quad I_{B1} = I_{B2}$$

$$\Rightarrow R_0 = R_6$$

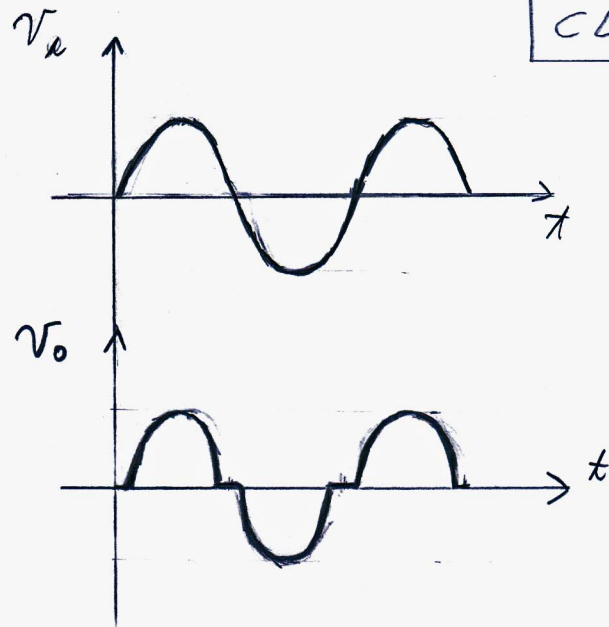
c) CIRCUITO DE COMPENSACION DE DISTORSION DE CRUCE.

CONCEPTO

SI TENGO



CLASE B

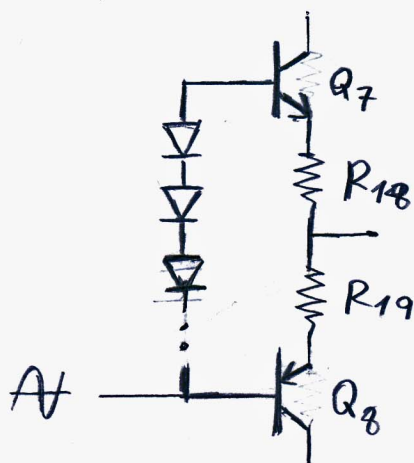


EN LAS PROXIMIDADES DE CERO AMBOS TRANSISTORES ESTAN CORTADOS

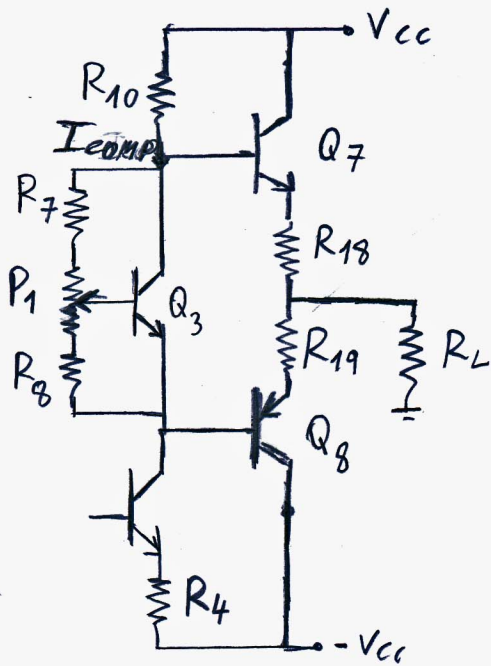
ESTO LO RESOLVEMOS CON LA CLASE AB QUE PONE EN ZONA ACTIVA (CON UNA MUY PEQUEÑA CORRIENTE) EN LAS PROXIMIDADES DE CERO.

POR EJEMPLO LO PUEDO LOGRAR CON DIODOS

DEPENDIENDO DE V_{BEQ7} Y $Q8$ Y R_{18-19} CON 2 O 3 O A VECES 4 DIODOS



LOGRO TENER UNA DIFERENCIA DE POTENCIAL FIJO DADO POR LA SUMA DE LOS V_j DE LOS DIODOS QUE DEJA A AMBOS TRANSISTORES LIGERAMENTE EN ZONA ACTIVA.

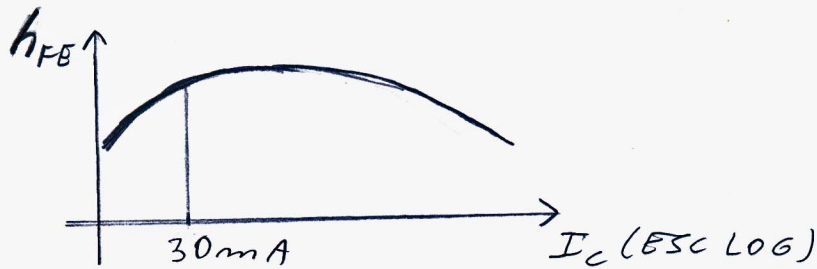


PRETENDO COLOCAR
AMBOS TRANSISTORES
EN ZONA ACTIVA CON
UNA PEQUEÑA CORRIENTE
DE REPOSO PARA $V_L = 0$

EN TODOS LOS DISEÑOS
VOY A ADOPTAR UNA

$$I_{C_{MIN}} = 30 \text{ mA}$$

SI ELIJERÍA UNA CORRIENTE MUY
PEQUEÑA EL h_{FE} DEL TRANSISTOR
CAE MUCHO.



PARA 30 mA
EN GENERAL
CUALQUIER
TRANSISTOR

DE POTENCIA YA TIENE UN h_{FE} APLECIABLE
POR SU PUESTO ELEGIR CORRIENTES
MAYORES TRAE UN CONSUMO MAYOR
DE POTENCIA EN REPOSO ($V_L = 0$) INNE-
CESARIAMENTE

COMO VEMOS Q_3 TRABAJA EN Z.A.

$$V_{CE_3} > V_{CE_{SAT}}$$

$$V_{CE_3} = 2 \left(V_{BE_7} + I_{C_{7min}} R_{18} \right) = 2 \left(1V + 30mA \cdot 1\Omega \right)$$

$$V_{CE_3} = 2,06 V$$

$$\left[V_{BE_3} \cong 0,6 V = \frac{R_8}{R_8 + R_7} \cdot V_{CE_3} \right]$$

LA OTRA ECUACION DE DISEÑO SERA COMO ELIDO DISTRIBUIR LA CORRIENTE DE I_{comp} YA QUE $I_{comp} = I_{C_3} + I_{DIV}$.

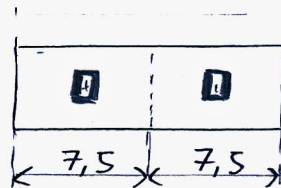
DE ESTAS ECUACIONES SACO R_7 , R_8 Y P_1 .

EN ESTE PROBLEMA NO TENGO LOS DATOS COMPLETOS DE LA POLARIZACIÓN DE LAS ETAPAS PREVIAS PARA PODER HACER EL CÁLCULO.

-) OBSERVACION : OTRO DISIPADOR
POSIBLE

P01-C 14

EN EL DISEÑO ANTERIOR CADA TRANSISTOR
UTILIZA 7,5 cm DE UN DISIPADOR MODELO ZD-6
PUEDO UTILIZAR DOS ZD-7 DE 7,5 cm C/M
O LO MAS COMUN ES USAR UN ZD-7 DE 15cm
Y UBICAR LOS TRANSISTORES SEPARADOS
PARA QUE CADA UNO UTILICE 7,5 cm

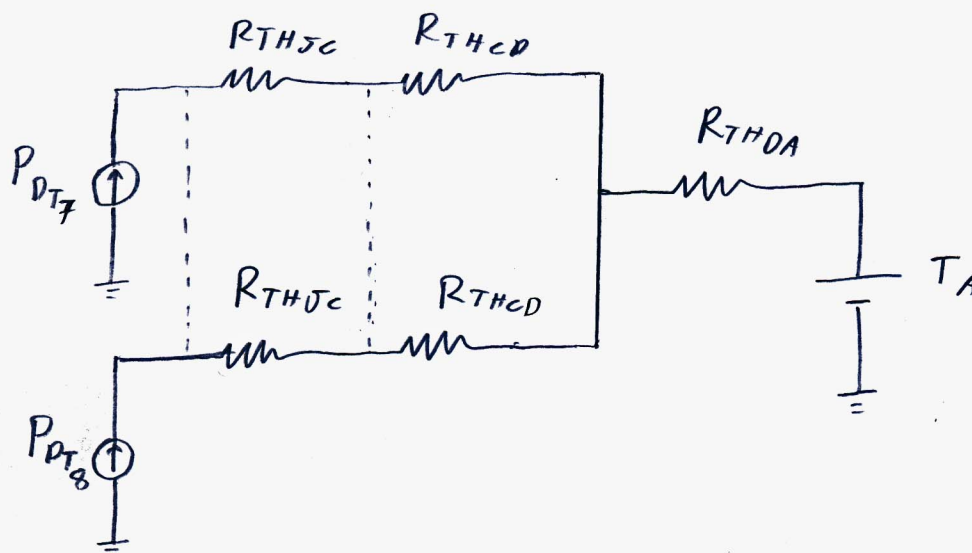


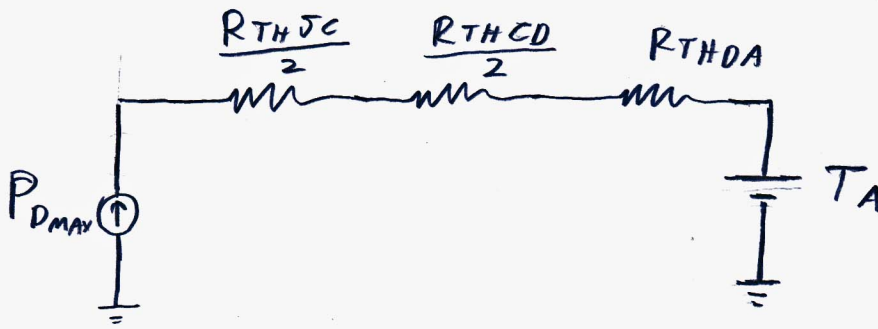
CENTRADOS EN CADA
MITAD DE 7,5 cm.

SI POR RAZONES DE ESPACIO & MONTAJE &
VELOCIDAD DE RESPUESTA DE ALGUNA PRO-
TECCION TERMICA QUE SENSE LA TEMPERA-
TURA DEL DISIPADOR, PODRIA MONTAR LOS
DOS TRANSISTORES JUNTOS.

ESTOS DEBEN MONTARSE LO MAS PROXIMOS
POSIBLE (~ EN UN AREA DE 2x1 cm) DE PREFERENCIA

ENTONCES PUEDEN CONSIDERARSE COMO
UNA UNICA FUENTE DE INYECCION DE
CALOR. ENTONCES EL MODELO ES:





$$P_{D_{MAX}} = P_{DT_{7_{MAX}}} + P_{DT_{8_{MAX}}}$$

IGUAL QUE ANTES

$$\begin{aligned}
 R_{THDA} &= \frac{T_J - T_A}{P_{D_{MAX}}} - \frac{R_{THJC}}{2} - \frac{R_{THCD}}{2} = \\
 &= \frac{(85 - 40)^{\circ}\text{C}}{15,8 \text{ W}} - 1,25 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}} - 0,25 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}} = 1,35 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}
 \end{aligned}$$

$$R_{THDA} = 1,35 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

SE REQUIERE UN DISIPADOR DE UNA R_{THDA} MUCHO MENOR QUE ANTES.