

① Una radio difusora de FM, NO transmite en Banda Ancha.

② El oscilador Colpitts tiene 2 configuraciones

- Emisor a masa
- Colpitts en masa aislada

③ Un cristal tiene 2 frec. de resonancia

- resonancia serie → la más usada
- resonancia //

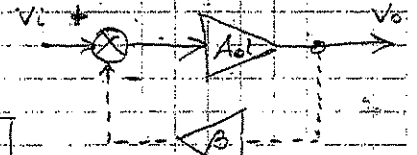
⑤ En un PLL, la $2f_c$ y $2f_p$ dependen del Filtro pasa bajo

↓
rango de captura

↓
rango de tracción

⑥ Ganancia de lazo abierto: (de voltaje)

• es la ganancia de voltaje del Ampli. en la ruta de retroalimentación en circuito abierto

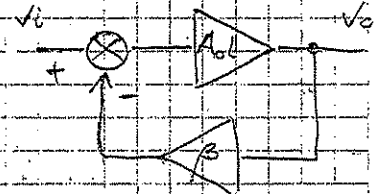


A_{ol} : ganancia open loop
ganancia de lazo abierto

$$A_{ol} = \frac{V_o}{V_i}$$

ganancia de lazo cerrado

• es la ganancia total de voltaje del circuito completo con la retroalimentación (lazo cerrado) y siempre es menor que la ganancia de lazo abierto.



A_{cl} : ganancia close loop
" lazo cerrado

$$A_{cl} = \frac{A_{ol}}{1 + \beta A_{ol}}$$

Ver. ⑦ Un PLL enganchado puede tener una frec. a la salida del VCO distinta a la frec. de referencia.
Enganche: $f_o = f_s$; sólo una pequeña diferencia (finita) de fase para que exista V_d

⑧ Porcentaje de potencia en AM, para un $m = 0,5$

$$\frac{P_c}{P_T} \Big|_{m=0,5} = ?$$

$$\frac{P_c}{P_c \left(1 + \frac{m^2}{2}\right)} \Big|_{m=0,5} = \frac{1}{1 + \frac{0,5^2}{2}} = 0,888$$

$$\therefore \frac{P_c}{P_T} \Big|_{m=0,5} = 88,8 \%$$

$$P_c = \frac{\left(\frac{\hat{E}_c}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} = \frac{\hat{E}_c^2}{2R}$$

$$P_{ZBL} = 2 \frac{\left(\frac{m \hat{E}_c}{2\sqrt{2}}\right)^2}{R} = \frac{m^2 \hat{E}_c^2}{4R}$$

$$P_T = P_c + P_{ZBL}$$

$$P_T = \frac{\hat{E}_c^2}{2R} \left(1 + \frac{m^2}{2}\right)$$

$$P_T = P_c \left(1 + \frac{m^2}{2}\right)$$

→ divisor programable de un módulo. - para no reducir la freq. de referencia

- ⑨ Prescaler de doble módulo 20/21: que valor debe tener M y N para que divida por 1024?

$$20/21 \Rightarrow \text{es decir } \frac{N}{N+1}$$

"El divisor programable de doble módulo divide por: $(M \cdot N + A)$ ", con $M \geq A$.

$$\therefore M \cdot N + A = 1024 \quad \text{N total}$$

$$M = \frac{N_{\text{total}}}{N} - \frac{A}{N}$$

$$M = \frac{1024}{20} - \frac{A}{20} \Rightarrow 51,2 - \frac{A}{20} = 51,2 - 0,2$$

$$\boxed{M = 51} ; \boxed{A = 4}$$

$$\frac{A}{20} = 0,2$$

ejemplo $M \geq A$

$$A = 4$$

Verifico: $1024 = 51 \cdot 20 + 4$ ✓

- ⑩ Si una onda modulada de 20V "cambia" $\pm 6V$. Qual es el m?

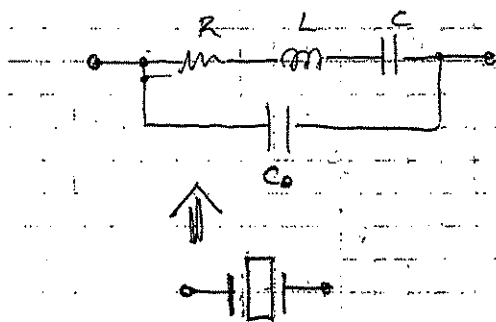
$$E_c = 20V$$

$$E_m = 6V$$

$$E_m = m \cdot E_c$$

$$\therefore m = \frac{6}{20} = 0,3$$

- ⑪ Circuito equivalente del Cristal.



R: pérdidas por fricción mecánica

L: masa del cristal en vibración

C: relajamiento mecánico del cristal

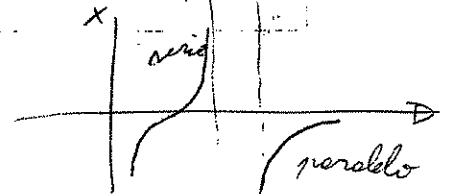
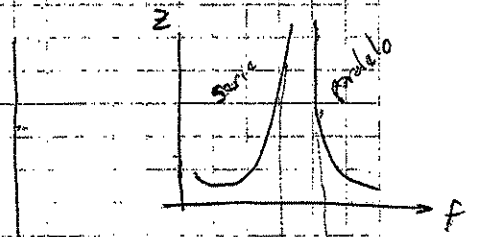
C_0 : capacitancia real entre electrodos

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

freq. resonancia serie

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_0}}$$

$$\rightarrow C_1 // C_2 = C_1 + C_2$$



16) Diagrama en Bloque de un transmisor de BLS.

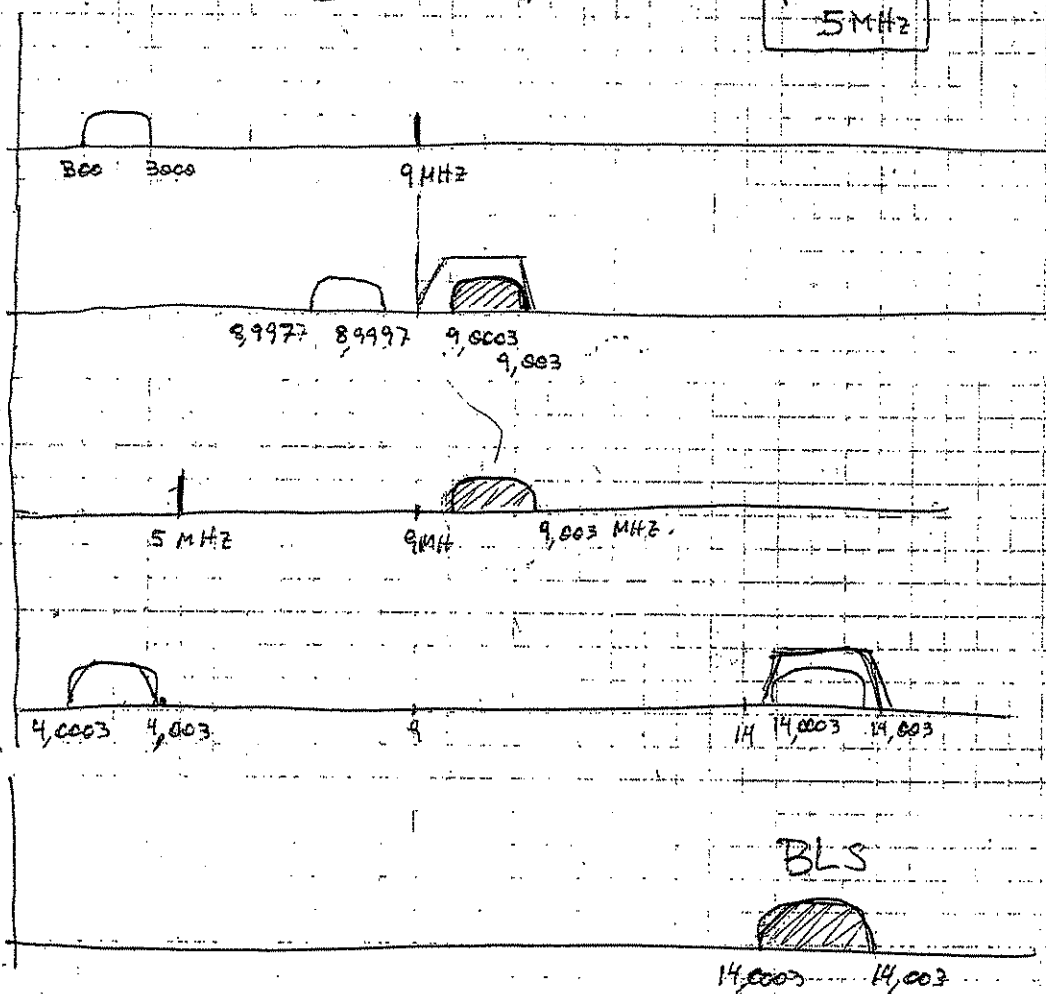
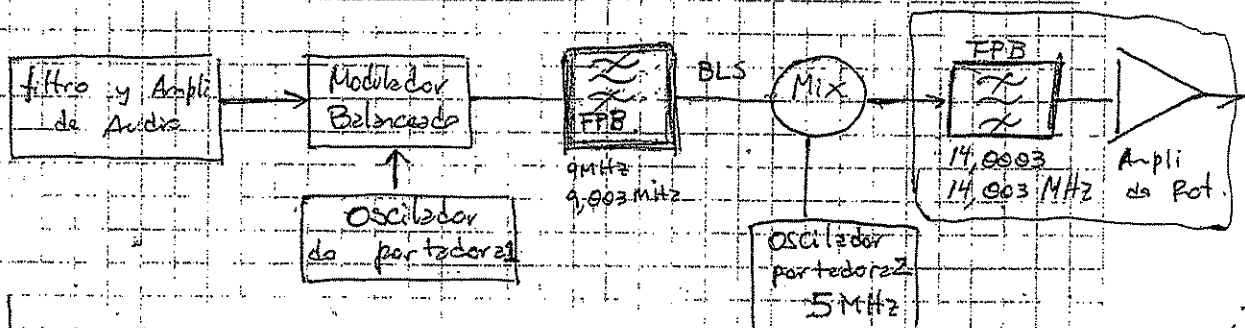
Tiene como salida: BLS = 14 MHz

filtro de 9000 KHz a 9003 KHz

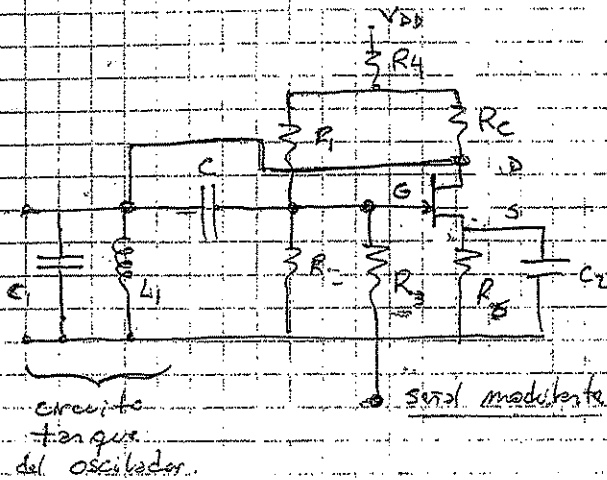
Portadora de 9 MHz.

Frecuencia de Audio 300 a 3000 KHz

Filtro y Ampli



(12) Modulador de Reactancia de FM



El JFET se observa como una carga de reactancia variable desde el circuito tanque LC.

A su vez este JFET visto desde la carga se comporta como un capacitor

$$Y_o = \frac{1}{R_o} + j\omega g_{jm} R_C$$

El circuito equivale a una R elevada en \parallel con una capacitancia $g_{jm} \cdot R_C$ variable

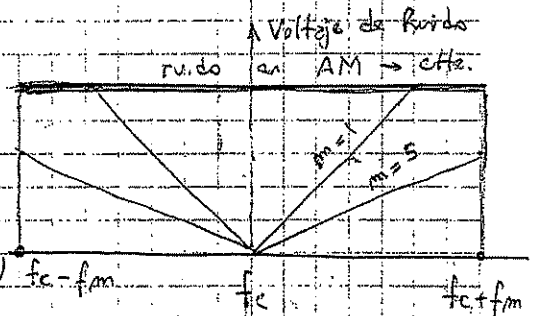
Al aplicarse señal modulante a R_3 , el voltaje V_{GS} varía causando un cambio proporcional en g_{jm} , lográndose la modulación.

(13) Ruido en un transmisor de FM

Cuando el ruido (térmico) con una densidad espectral ctte , se agrega a una señal de FM, se produce una desviación de frecuencia NO deseada de la portadora.

Si se demodula (la desviación de portadora) NO deseada $f_c - f_{fm}$

Se convierte en ruido si tiene los componentes de frecuencia que caen dentro del espectro de información - frecuencia.



Triángulo de Ruido de FM

• demodulador AM: Voltaje de ruido = ctte

• " FM: " = $K \cdot f_{fm}$ \rightarrow incremento lineal en FM

(14) Modulador Balanceado:

Si se coloca, en la entrada de portadora, una señal cuadrada, ¿qué sucede?

Rta: modula igual.

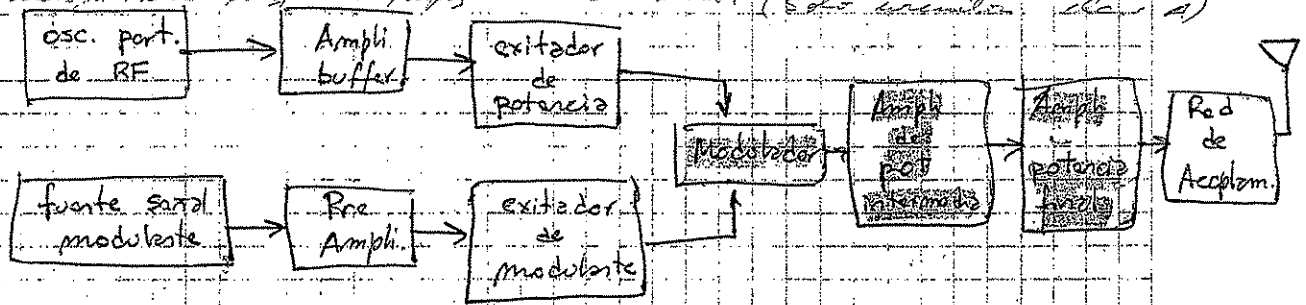
(15) Porque se modula en Emisor y colector?

Por que se logra:

- modulación simétrica
- máxima eficiencia
- alta potencia de Salida
- repulsa, menos potencia del Ampli
- Posibilidad de mod al 100%

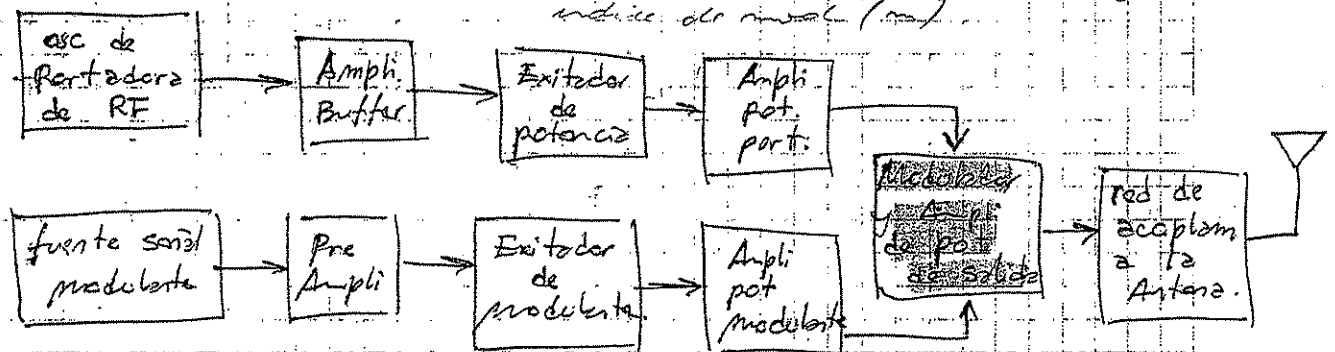
19) Diagrama en bloques transmisor de AM.

Modulador AM: ~~Se produce a bajo nivel de Potencia~~
 Ventajas: se logra un alto nivel de modulación (m), con menor pot. de la
 Desventajas: ~~Se logra un alto nivel de modulación (m), con menor pot. de la~~



Modulador de Alto nivel

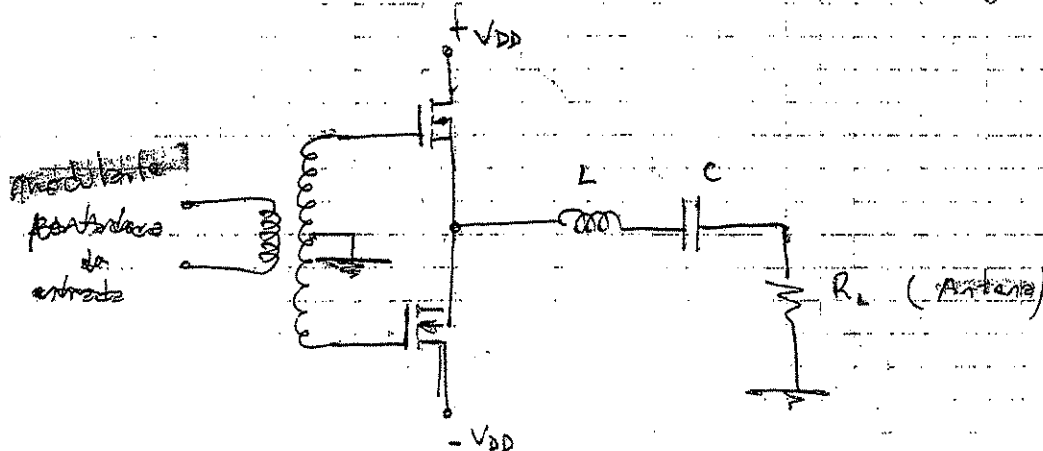
Se produce a Alto nivel de Potencia.
 Ventajas: mayor rendimiento (menor pérdida de potencia)
 Desventajas: modulación de potencia, y mayor pot. de E_m para mayor índice de modulación (m).



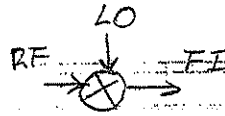
20) Ampli. Clase D. (Switch) $\eta \approx 90\%$

Es un Ampli. por conmutación, que utiliza transistores como interruptores que conducen o no (corte y saturación). En lo cual se produce un pulso de onda cuadrada en un circuito sintonizado.

Los armónicos generados por la conmutación, pueden ser filtrados mediante circuitos sintonizados entre el Ampli. de pot. y la antena.



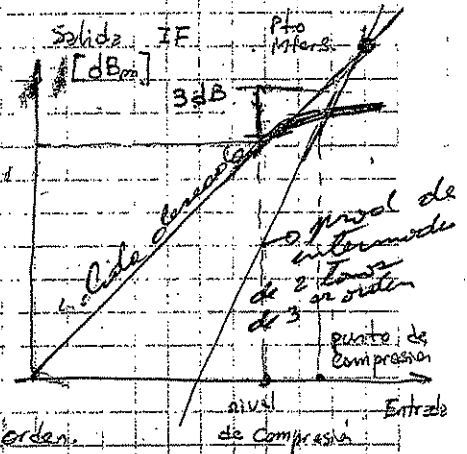
17) Características de los Mezcladores.



- Figura (o pérdida) de conversión: es la razón de potencia de señal de salida (FI) a la entrada.
- Cifra de ruido: es la SNR en el puerto de entrada, dividida la SNR de salida.
- El aislamiento: representa la cantidad de "fuga" o "paso de alimentación" entre los puertos del mezclador.
- Rango dinámico: es el rango de amplitud dentro del cual el mix puede trabajar sin degradación. Es función del punto de compresión y la figura de ruido.

18) Compresión de Conversión.

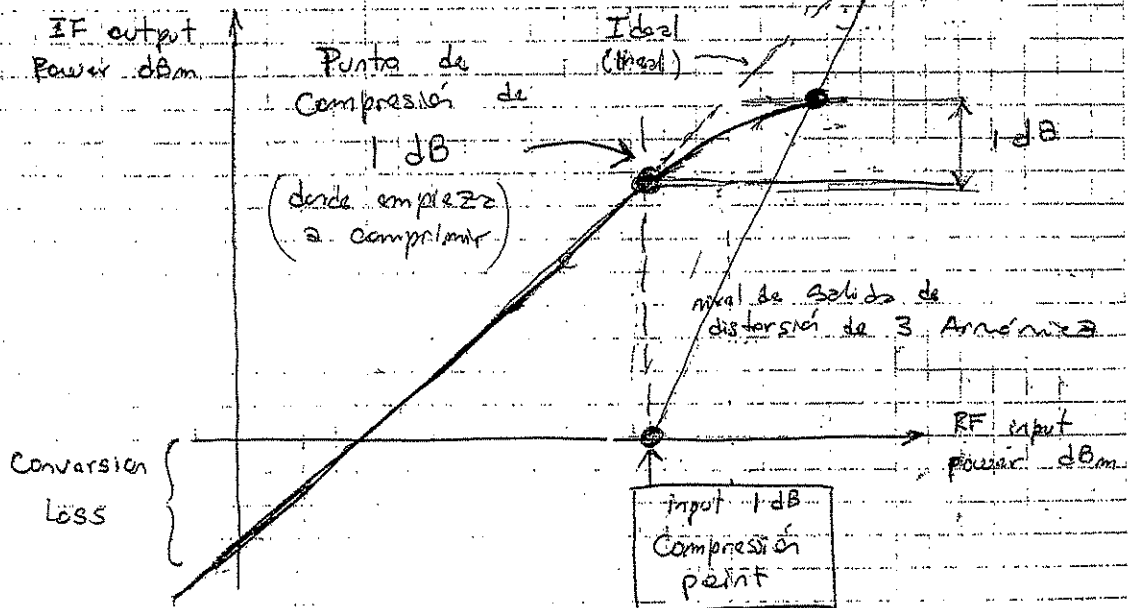
Se refiere al nivel de potencia de entrada RF arriba del cual la curva de potencia de salida FI vs. potencia de entrada RF se desvía de la LINEALIDAD.



Punto de intersección:

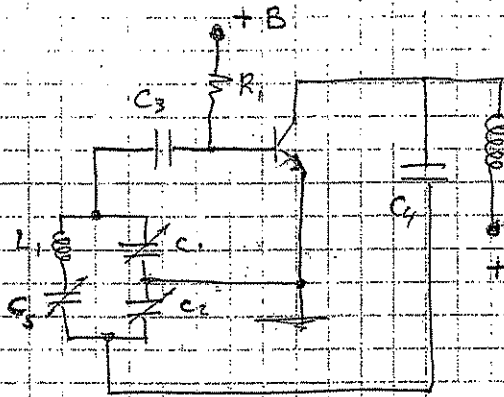
punto de cruce de la curva de respuesta fundamental y de la resp. espurias de 3^{er} orden.

La distorsión de intermodulación armónica resulta del mezclado de armónicos de la señal de entrada generados por el mix.



OK ✓

(21) Oscilador Clapp.



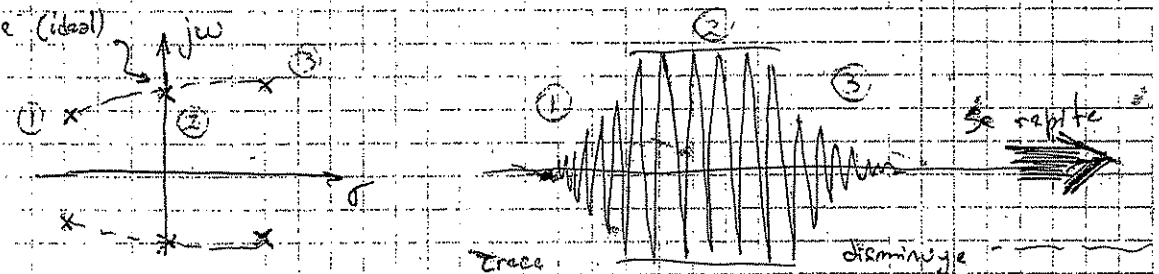
Es una versión modificada del oscilador Colpitts básico. La única diferencia es que al Clapp se le agrega el trazo al C_3 en serie con L_1 .

Aplicaciones: como VCO que obtiene un circuito resonante sintonizado LC más un diodo Varicap que permite controlar la frecuencia a través de un voltaje.

(22) Como se explica que en osc. sea un circuito inestable y su amplitud no crezca infinitamente?

- Las oscilaciones crecen en amplitud desplazando los polos hacia el plano derecho, luego a causa de la SATURACIÓN la amplitud se atenúa y los polos vuelven a su lugar reduciendo la ganancia alrededor del bucle de realimentación a la unidad, este fenómeno se repite indefinidamente permitiendo las oscilaciones.

Sobre el eje (ideal)



Se mueven los polos de ① ② ③

No tiene la misma f ni amplitudes \Rightarrow Cuasi sinusoidal

APARTE: los OSC. cuasi sinusoidales se utilizan en la TX y RX de RF

(23) El índice de modulación para transmitir FPM de banda angosta debe ser:

$$m \leq 0,5$$

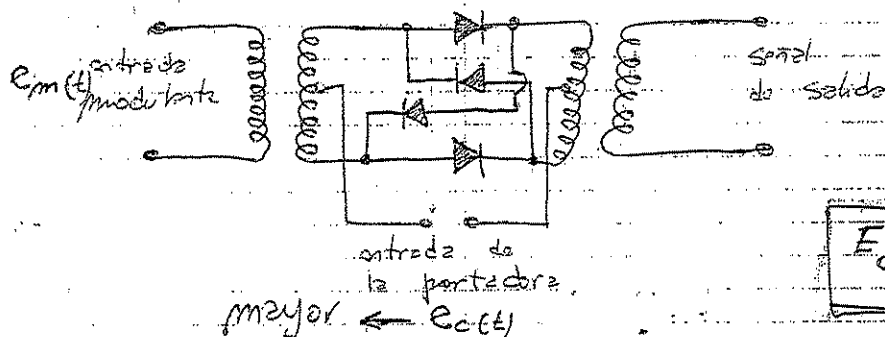
(24) En modulator de 2 entradas efectiva la operación matemática de MULTIPlicación.

menores

(25) Control Automático de Ganancia (AEC) compara las variaciones en el nivel de señal de RF recibida. El AEC incrementa automáticamente la ganancia del receptor, para niveles de entrada de RF débiles y reduce automáticamente la ganancia del receptor cuando se recibe una señal de RF fuerte.

- ② La misión fundamental del filtro de entrada de RF en un receptor superheterodino, es Eliminar la banda Imagen y señales interferentes de Alto nivel.
- ② El modulador balanceado de anillo (4 diodos) elimina las armónicas previo a las bandas laterales.

Modulador de Anillo Balanceado?



$$E_c \cong 7 E_m$$

la amplitud de la portadora debe ser mayor que amplitud de la modulante (6 a 7 veces), para poder controlar la activación / desactivación de los diodos.

② Características del Modulador Balanceado:

- Supresión de portadora
- Gran estabilidad
- No requiere fuente externa (solo usa diodos y transformadores)

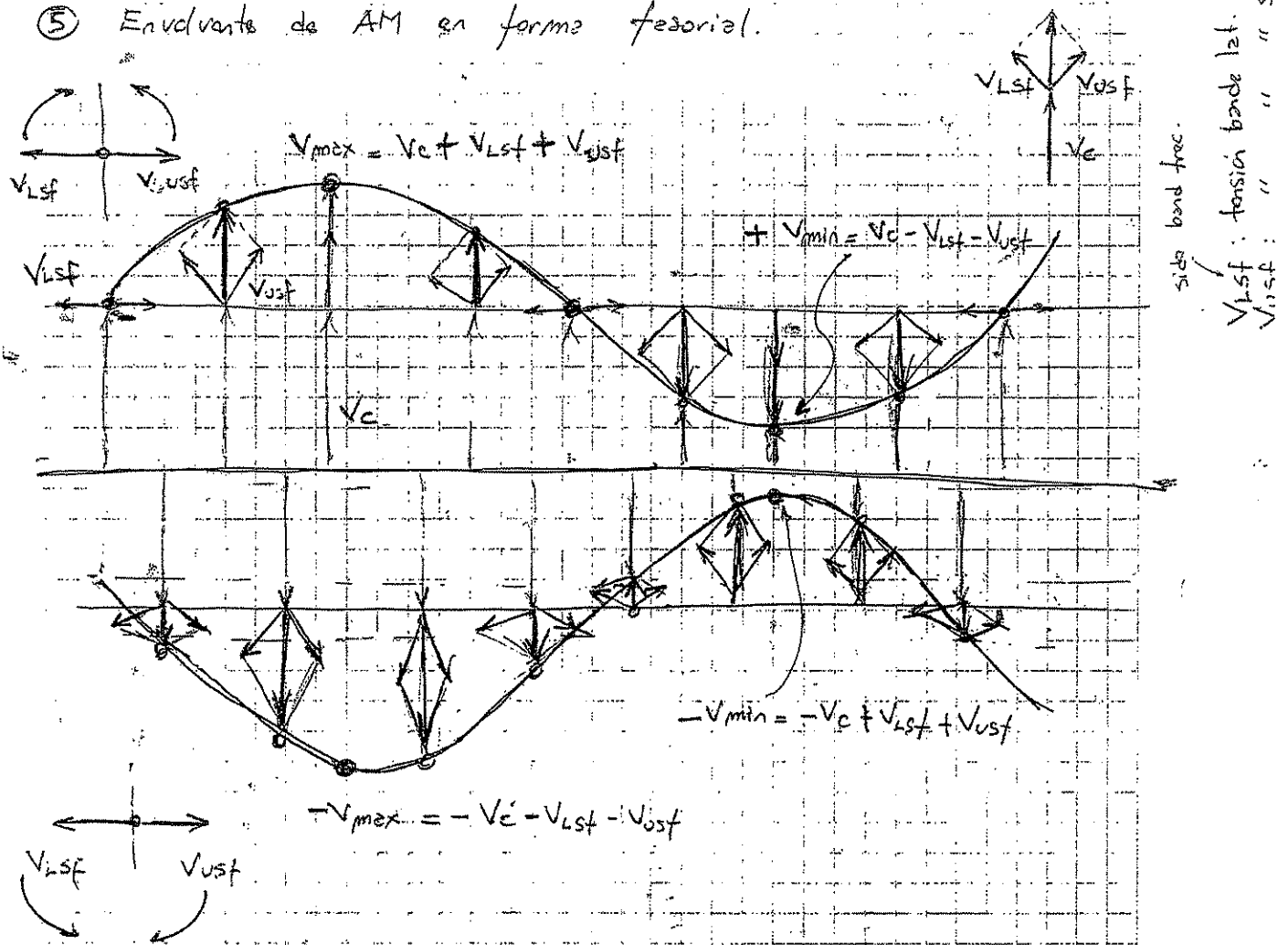
② Funcionamiento:

La salida del modulador balanceado consiste en una serie de pulsos de RF cuya velocidad de repetición depende de la frecuencia de la portadora y cuya amplitud está controlada por la modulante.



Señal y portadora balanceadas en la salida del modulador.

⑤ Envolvente de AM en forma fásorial.



⑥ Las ~~ondas MECANICAS~~ ~~NO~~ ~~se~~ ~~utilizan~~ ~~en~~ ~~freq~~ ~~superiores~~ ~~a~~ ~~los~~ ~~500~~ ~~KHz~~

⑦ FM indirecta: modulación angular, en la cual la frecuencia de la portadora se DESVIA INDIRECTAMENTE por la señal moduladora. Se logra cambiando la fase de la portadora, y es por lo tanto una forma de modulación de FASE DIRECTA.

⑧ La fase instantánea de la portadora es directamente proporcional a la señal moduladora.

⑨ Tabla de Bessel: muestra las funciones de Bessel para varios valores del índice de modulación. En ella solo se mencionan las ~~frec~~ ~~bandas~~ importantes.

Una freq. se considera importante si tiene una amplitud de la Amplitud de la portadora ~~no~~ ~~modulada~~ $(J_n < 0,01)$

① La ganancia de un modulador de fase es UNITARIA ($G=1$) (de tensión)

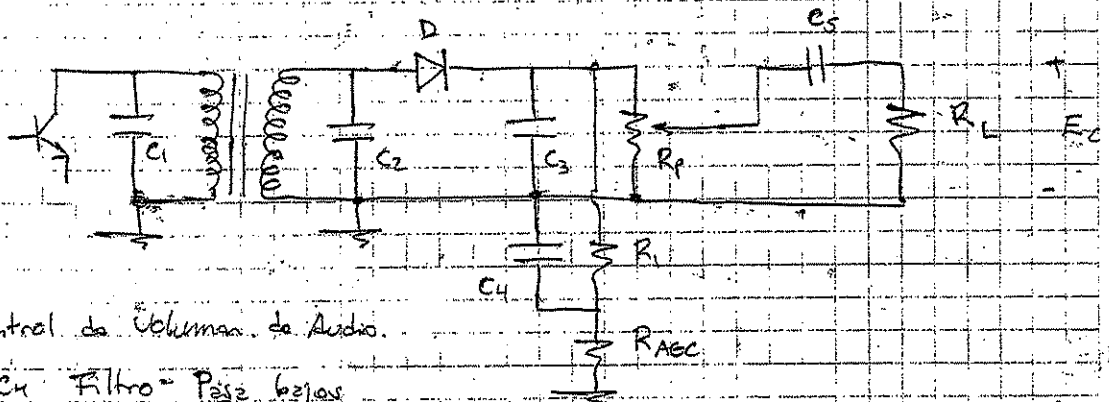
② Calcular PEP (potencia de envolvente pico) para un tono de una tensión de 40 V de pico, sobre una $R=50\ \Omega$ (carga) en un ampli de BLU.

$$PEP = \frac{(E_{env})^2}{2R} = \frac{\left(\frac{E_{pico}}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} = \frac{\left(\frac{40V}{\sqrt{2}}\right)^2}{50\ \Omega} = 16\ W = PEP$$

③ Un modulador de reactancia \Rightarrow debe polarizarse en la curva No Alinad del transistor (El modulador de reactancia se estabiliza para una E_{bias} constante)

Mod de reactancia produce una variación de capacidad o reactancia en un circuito oscilador resonante para conseguir la desviación de fase. Actúa, según circuito, como $\frac{1}{j\omega C}$ o $j\omega L$ en // con el circuito tanque.

④ Detector de AUDIO completo:



R_p : control de Volumen de Audio.

R_1 y C_4 : Filtro-Pase bajos

C_5 : capacitor de paso (bloquea la CC)

Cfte de tiempo de detección:

$$\frac{1}{f_c} \ll RC_3 \ll \frac{1}{f_{m, \max}}$$

$$R = \frac{R_{CA} + R_{CC}}{2} \text{ asociados a } C_3$$

factor de diseño $\Rightarrow \beta = \frac{R_{CA}}{R_{CC}}$; acodando $\beta = 0,8$

EA 3 F2

F2-2

- ⑨ Dar los valores de M y A para $N_{\text{tot}} = 1020$ en un divisor programable de doble módulo 20/21.

$$N_{\text{tot}} = N \cdot M + A \quad \text{con} \quad M \geq A$$

$$\left. \begin{array}{l} N = 20 \\ M = 1020 \end{array} \right\} \Rightarrow M = \frac{N_{\text{tot}}}{N} - \frac{A}{N}$$

$$M = \frac{1020}{20} - \frac{A}{20}$$

si da entero

OK

hacer $A = 0$

$$M = 51$$

y

$$A = 0$$

cumple $M \geq A$

- ⑩ El Filtro pasa-bajas en un PLL determina:
- ~~características dinámicas~~
 - ~~resposta en frecuencia~~
 - ~~rango de captura~~

- ⑪ La función de un prescaler de doble módulo:

Para no reducir la frecuencia de referencia a un valor inaceptable por el uso de un prescaler fijo. (en sintetizadores de VHF en lógica convencional)

⑫
$$P_{\text{out}} = (I_n \cdot \eta_1) \cdot (\eta_2 \cdot 100\text{W})$$
 el módulo multiplica?

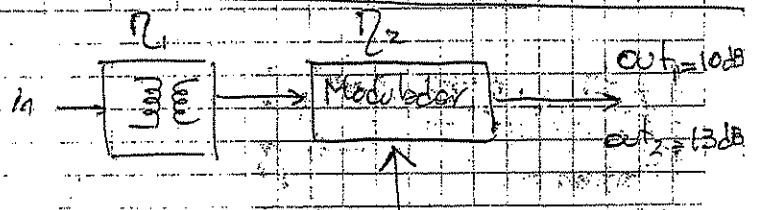
$$I_n / \text{out } 10\text{dB} = \frac{10}{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot 100\text{W}} \Rightarrow I_n = 148\text{mW} \quad \left. \begin{array}{l} 10\text{dB} \rightarrow 10 \text{ veces} \\ 13\text{dB} \rightarrow 20 \text{ veces} \end{array} \right\} \text{Pot}$$

$$I_n / \text{out } 13\text{dB} = \frac{20}{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot 100\text{W}} \Rightarrow I_n = 296\text{mW}$$

Entonces:

$$\eta_1 = 0,9$$

$$\eta_2 = 0,75$$

determinar I_n 

100W

- ⑬ AM : para una amplitud de la portadora no modulada de 16 V y un coeficiente de modulación $m = 0,4$ determinar las amplitudes de la portadora modulada y de las bandas laterales:

Datos: $E_c = 16 \text{ V}$
 $m = 0,4$

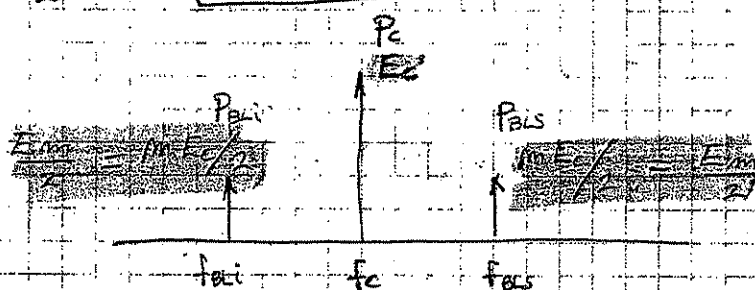
$\therefore E_m = m E_c$

$E_m = 0,4 \cdot 16 \text{ V}$

$E_m = 6,4 \text{ V}$

$V_{BLS} = \frac{E_m}{2} \Rightarrow V_{BLS} = 3,2 \text{ V}$

$V_{BLi} = \frac{E_m}{2} \Rightarrow V_{BLi} = 3,2 \text{ V}$



$P_c = \frac{E_c^2}{2R}$

$P_{BLS} = P_{BLi}$
 $= \frac{m^2 P_c}{4}$

$P_t = P_c + \frac{m^2 P_c}{2}$

$P_t = P_c (1 + \frac{m^2}{2})$

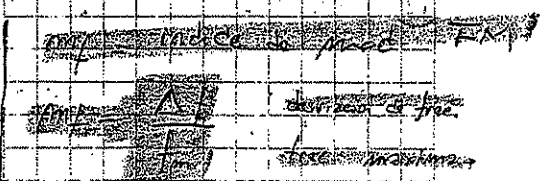
- ⑭ Desviación de frecuencia

Calcular la máxima desviación de frec. para una portadora de 100 MHz con índice de modulación de 5

- ① \rightarrow Tomando $f_{m \max} = 15 \text{ KHz}$

$\Delta f_{\max} = m f_m = 5 \cdot 15 \text{ KHz}$

$\Delta f_{\max} = 75 \text{ KHz}$



por definición (calcu) de BW de FM

- ⑮ Potencia en AM, en función de m

$P_t = P_c (1 + \frac{m^2}{2})$

Oscila no modulada, $m = 0$
 $\therefore P_t = P_c$

$P_c = \frac{E_c^2}{2R}$

$P_t = P_c + P_{2BL}$

$P_{BL} = \frac{m^2 P_c}{4}$

$P_t = P_c + \frac{m^2 P_c}{2}$

$P_{2BL} = \frac{m^2 P_c}{2}$

$P_t = P_c (1 + \frac{m^2}{2})$

(16) PEP: potencia envolvente Pico.

La PEP es igual a 4 veces la potencia de la portadora.

$$PEP = 4 P_c$$

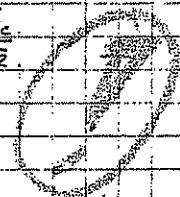
$$P_c = \frac{E_c^2}{2R}$$

$$PEP = 4 \cdot \left(\frac{E_c^2}{2R} \right)$$

$$E_c = \frac{\hat{e}_c}{\sqrt{2}}$$

$$PEP = \frac{2 E_c^2}{R}$$

⇒ para 2 ondas



(17) Relación entre P_{ZBL} y P_{Total} en AM, porcentaje max

• para porcentaje max $m=1$

$$E_m = m E_c$$

$$P_c = \frac{E_c^2}{2R}$$

$$P_{BL} = \frac{E_m^2}{8R} = \frac{(m E_c)^2}{8R}$$

$$P_{ZBL} = 2 P_{BL} = \frac{(m E_c)^2}{4R} = \frac{m^2 E_c^2}{2 \cdot 2R}$$

$$P_{ZBL} = P_c \frac{m^2}{2}$$

$$P_T = P_c + P_{ZBL}$$

Pot. Total

$$P_T = P_c + P_c \frac{m^2}{2}$$

$$P_T = P_c \left(1 + \frac{m^2}{2} \right)$$

$$\therefore \frac{P_{ZBL}}{P_T} = ?$$

$$\eta_{max} = \frac{P_c \frac{m^2}{2}}{P_c \left(1 + \frac{m^2}{2} \right)}$$

@ $m=1$

$$\eta_{max} = \frac{m^2}{2 \left(1 + \frac{m^2}{2} \right)}$$

$$\eta_{max} = \frac{1}{2 \left(1 + \frac{1}{2} \right)}$$

$$\Rightarrow \eta_{max} = \frac{1}{3} = 33,33\%$$

(18) Desviación de freq. en FM:

m_f = índice de mod

para la FM comercial

$$m_f = \frac{\Delta f}{f_m}$$

→ desviación

→ freq. max
ó BW.



$$\frac{75 \text{ KHz}}{15 \text{ KHz}} = 5$$

