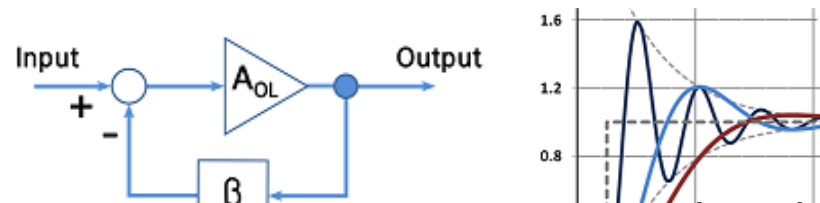




Tecnología Electrónica

Tema 2: Realimentación y estabilidad.

Estabilidad y compensación. (y 3)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Índice general del Tema



1. Introducción.
2. Teoría básica de realimentación
 1. Fundamentos y definiciones
 2. Ventajas de la realimentación negativa
 3. Topologías de realimentación
3. Realimentación con efectos de carga
 1. Efectos de carga.
 2. Métodos de resolución de circuitos realimentados

4. Estabilidad en circuitos realimentados

1. Análisis de la estabilidad

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



4. Estabilidad y compensación

4.1 Estabilidad en amplificadores realimentados

4.1.1. Dependencia con la frecuencia de A y β

4.1.2. Criterio de estabilidad de Nyquist

4.2 Estabilidad y respuesta temporal

4.3 Análisis de la estabilidad usando diagramas de Bode

4.3.1 Márgenes de ganancia y de fase

4.3.2. Análisis de estabilidad con β constante

4.4. Condiciones de estabilidad

Estabilidad en función del número de polos de $A(\omega)$

4.5. Métodos de compensación

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

□ Objetivo

- Identificar las causas y efectos de la inestabilidad de amplificadores realimentados.
- Conocer la relación existente entre la respuesta en frecuencia y la estabilidad de un amplificador.
- Analizar los márgenes de estabilidad de un amplificador dado.
- Determinar la compensación necesaria para ajustar las características de un amplificador al margen de estabilidad definido

□ Conocimientos previos

- **Asignaturas previas:**
 - *Amplificador operacional. Subsistemas básicos basados en el AO ideal. Comportamiento básico en frecuencia. Efectos no ideales. Filtros básicos basados en AO.*
 - *Análisis de circuitos: análisis de cuadripolos*
- **Tema de respuesta en frecuencia:**
 - *Polos y ceros. Diagramas de bode*

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

❑ Material de estudio:

■ Malik,

- *capítulo 9, sección 9.6. Teoría y ejercicios.*

→ **Presentación animada** (formato *.**pps**), disponible en el Aula Virtual:

- *importante para visualizar mejor las técnicas gráficas empleadas.*

❑ Material complementario

■ Sedra-Smith

- *capítulo 8, secciones 8.9 y 8.10. Estabilidad y ubicación de polos.*

■ Hambley,

- *capítulo 9, secciones 9.7 a 9.9. Ubicación de polos y compensación*

❑ Otros:

- Gráficas extraídas de los textos detallados.



Cartagena99

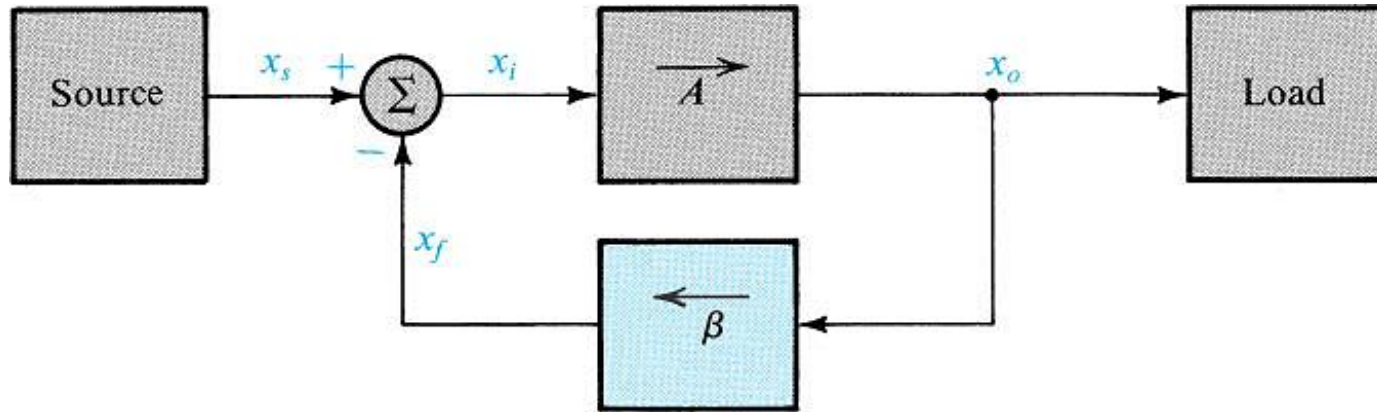
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



4.1.1. Dependencias con la frecuencia en A_f



- ❑ En general, tanto A como β pueden depender de ω
 - Esto es: tendrán módulo y fase, cambiantes con la frecuencia...

$$A_f(s) = \frac{A(s)}{1 + A(s)\beta(s)}$$

- ❑ El denominador de A_f depende de la ganancia de lazo $L=A\beta$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

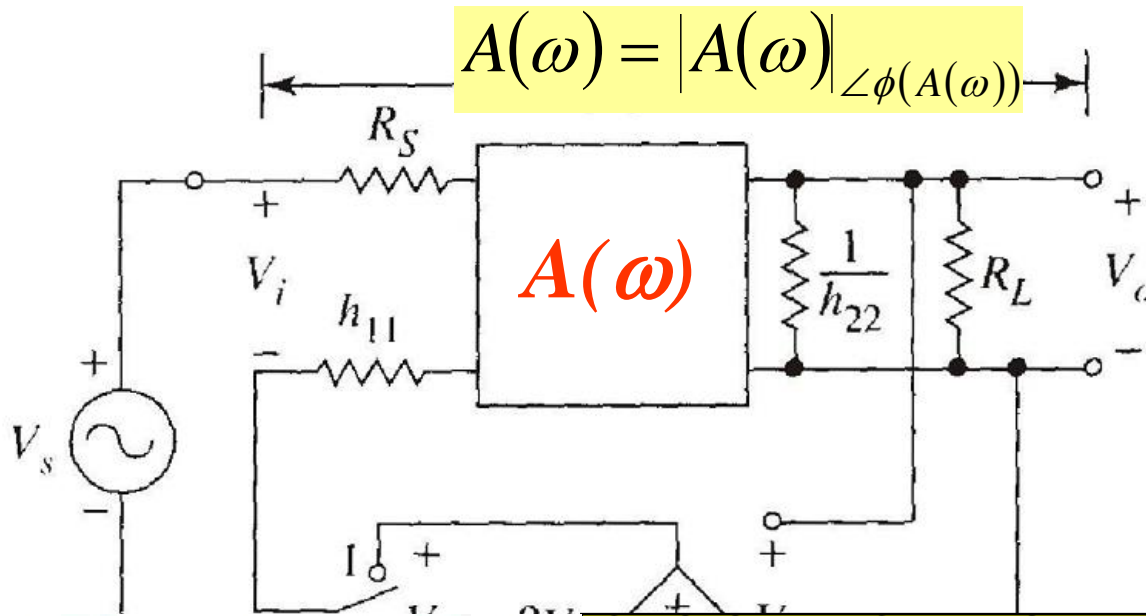
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



4.1.1. De realimentación negativa a positiva



- ❑ Interpretación de la ganancia de lazo, $L=A\beta$
 - Equivale a “abrir” la conexión de realimentación (*switch en 2*)
 - Al recorrer el lazo ¿cómo sería la señal V_f respecto a V_s y V_i ?



$$A(\omega) = |A(\omega)| \angle \phi(A(\omega))$$

$$V_i = V_s$$

$$V_o = A(\omega) \cdot V_s$$

$$V_f = \beta \cdot V_o = A(\omega)\beta \cdot V_s$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



4.1.2. Criterio de estabilidad



- ❑ Criterio de estabilidad de Nyquist:
 - Sobre la ganancia de lazo $L(\omega)$
 - Inestabilidad \rightarrow respuesta **creciente** *si la realimentación es positiva*
 - Condición necesaria y suficiente para inestabilidad:

$$A_f(\omega) = \frac{A(\omega)}{1 + L(\omega)}$$

$$\exists \omega_0 \rightarrow |L(\omega_0)| \geq 1 \quad \text{con} \quad \phi(L(\omega_0)) = \pm 180^\circ$$

- ❑ Se establecen dos condiciones simultáneas
 - Condición de ganancia (módulo)
 - Condición de fase

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

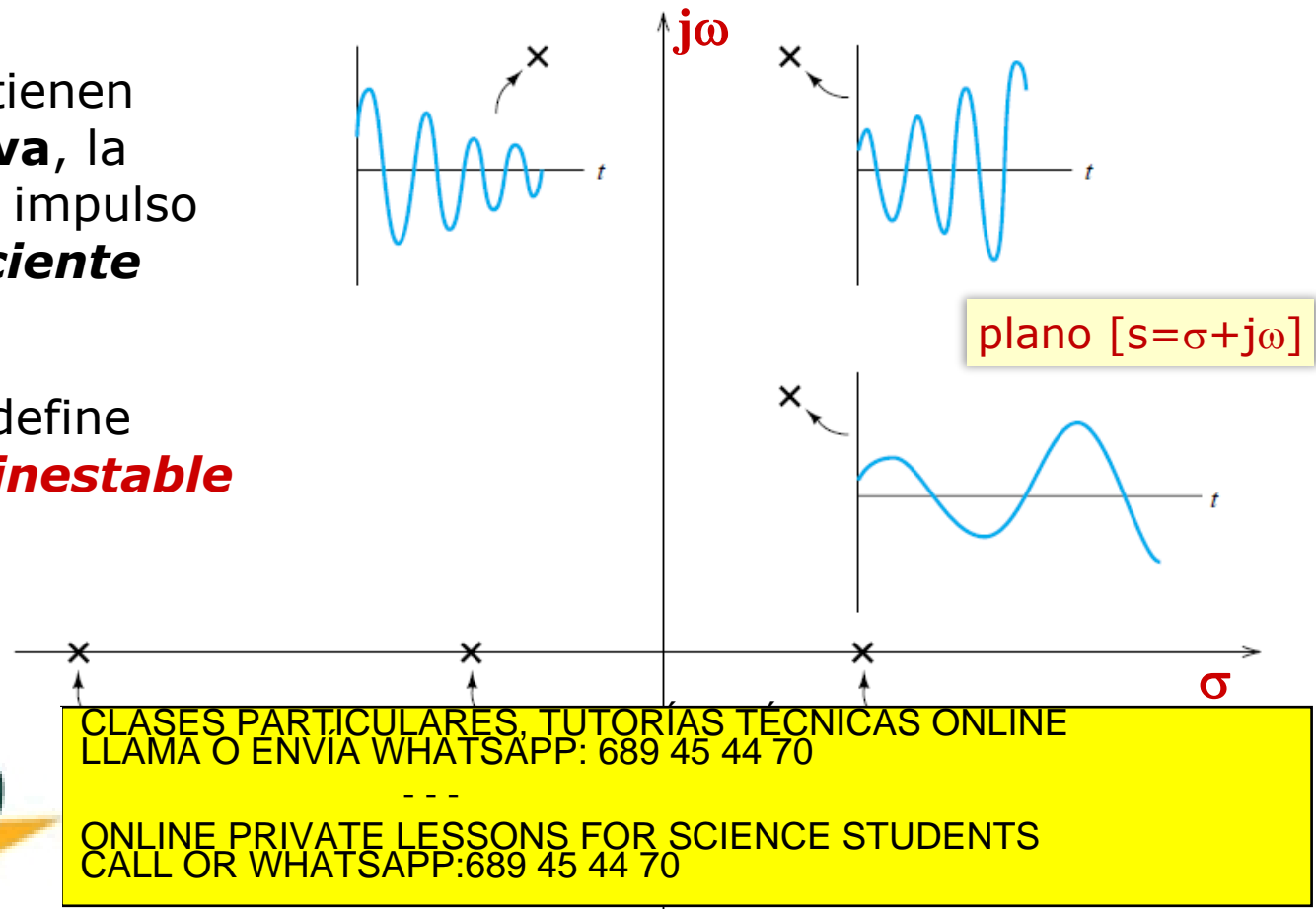


4.2. Estabilidad y respuesta temporal



- ❑ La respuesta temporal depende de los polos de A_f
 - En concreto de su posición respecto del eje $j\omega$

- ❑ Si los polos de A_f tienen **parte real positiva**, la respuesta ante un impulso transitorio es **creciente con el tiempo**.
- ❑ Esto es lo que se define como **respuesta inestable**



Cartagena99



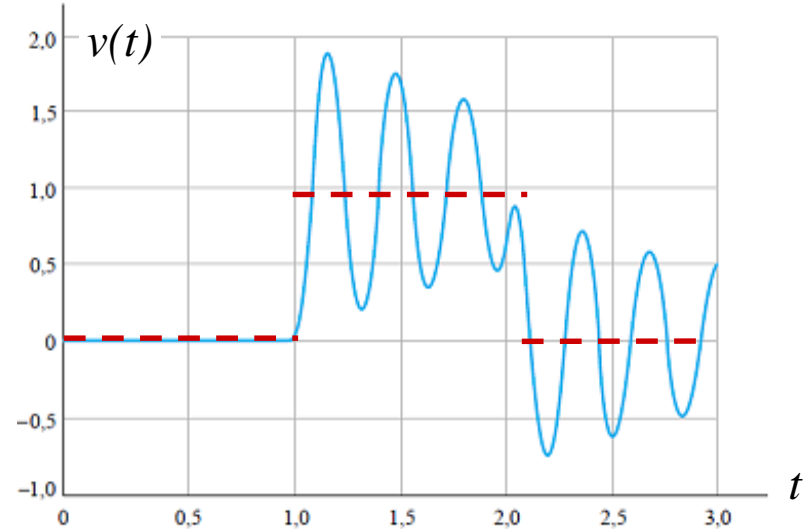
4.2. Estabilidad y respuesta temporal



- ❑ ¿Es *buena* o *mala* la inestabilidad?
 - ¡Depende del objetivo final del amplificador realimentado!

- ❑ En amplificación
 - Es indeseable
 - Incluso siendo estable, el amplificador puede ser ***insuficientemente estable*** (tiene sobre-oscilaciones)

- ❑ En generadores de señal
 - Efecto buscado en ***osciladores senoidales*** (genera una señal a ω_0)



$j\omega$

s plane

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



4.3. Análisis de la estabilidad



- En un determinado amplificador, queremos saber:
 - Si será **inestable** o no.
 - Caso de ser estable, si será **suficientemente estable**
 - *Criterio relacionado con su respuesta temporal como amplificador*

- Datos disponibles:
 - Ganancia del amplificador **A**
 - Cantidad de realimentación **β**
 - O alguna relación entre las anteriores (**L** , **A_f**)

- Análisis mediante diagramas de Bode:
 - Grado de (in)estabilidad: respecto al **criterio de Nyquist**

$$|L(\omega_0)| \geq 1 \quad \text{con} \quad \phi(L(\omega_0)) = \pm 180^\circ$$

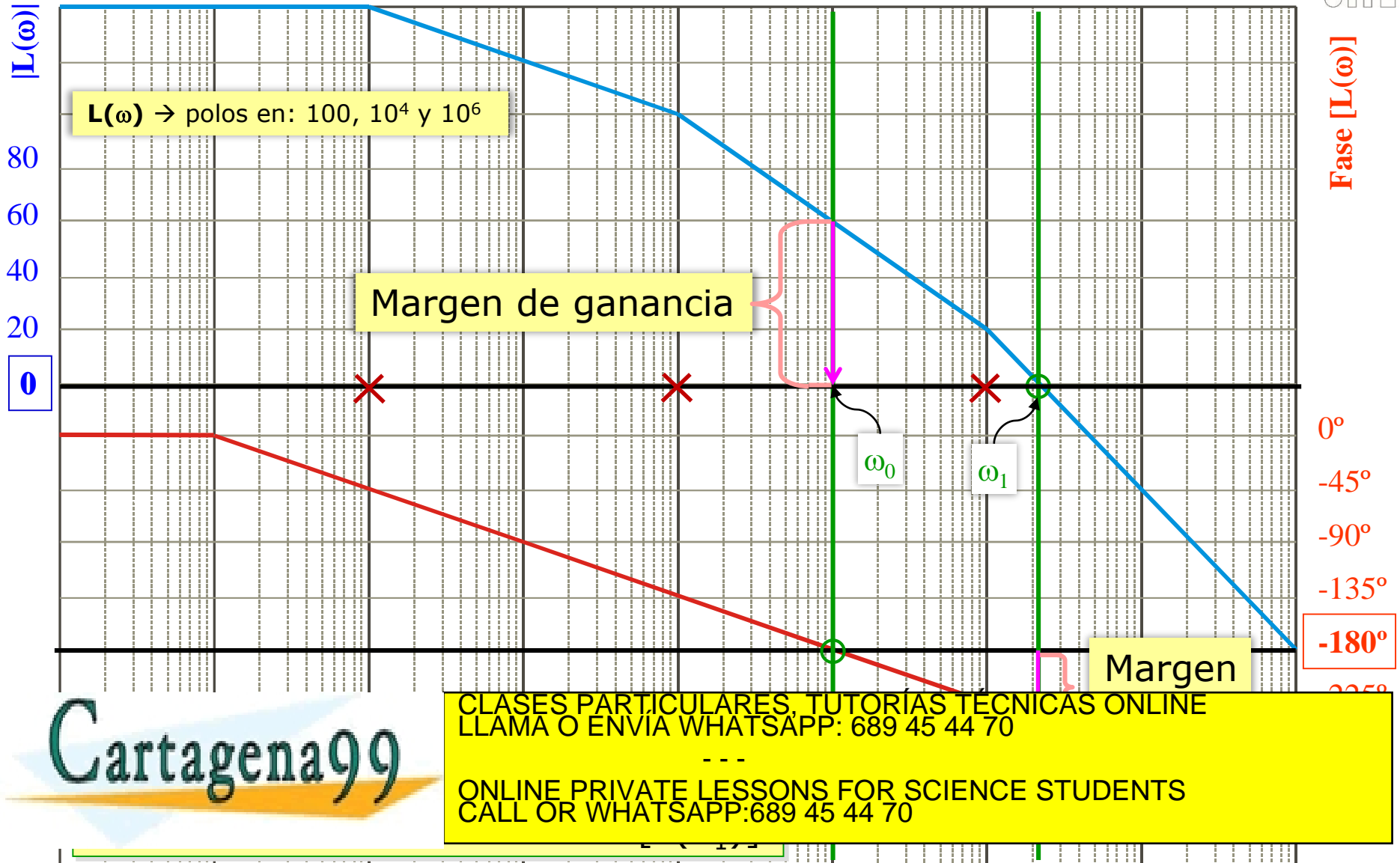
- Medidas
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



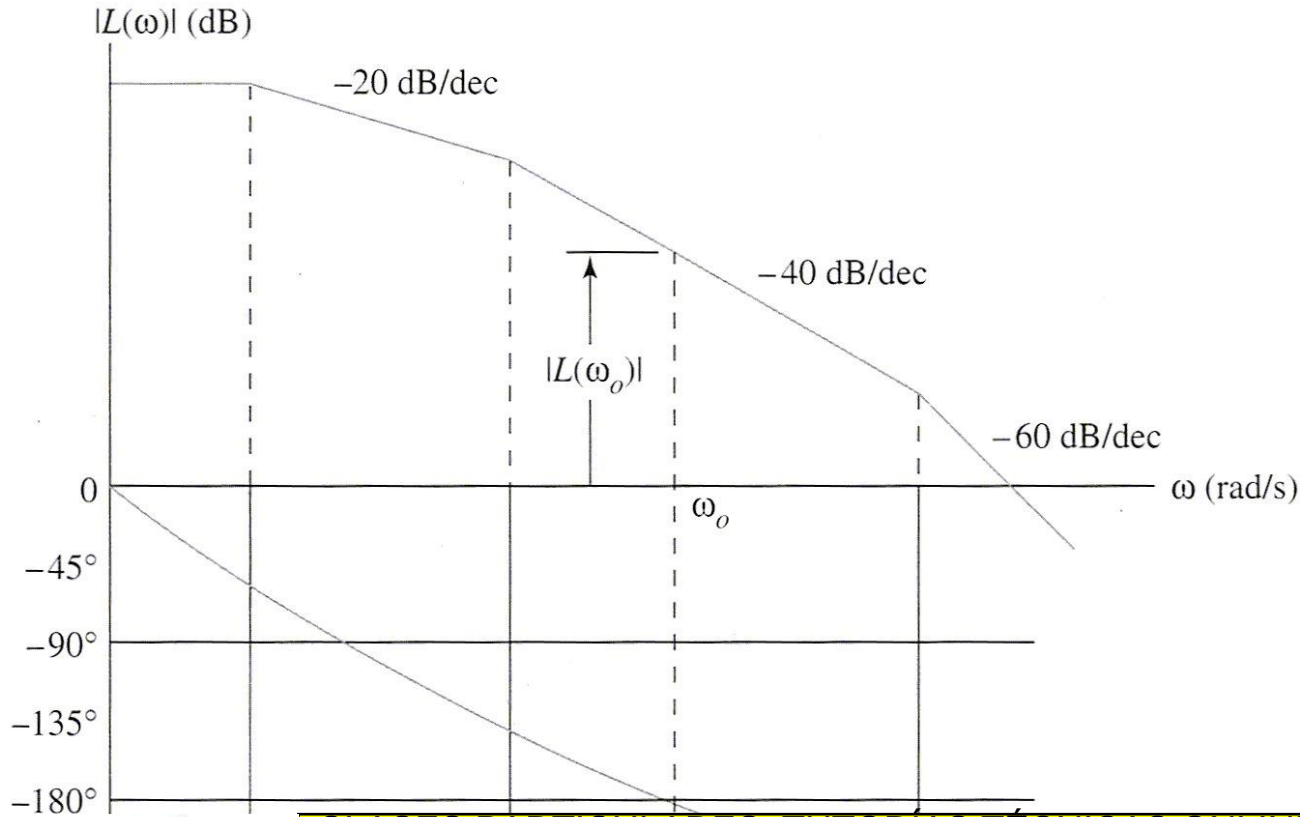
4.3.1. Márgenes de ganancia y fase: en $L(\omega)$



4.3.1. Criterio: la ganancia de lazo $L(\omega)$



- Ejercicio 1: justifique si este amplificador es estable



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

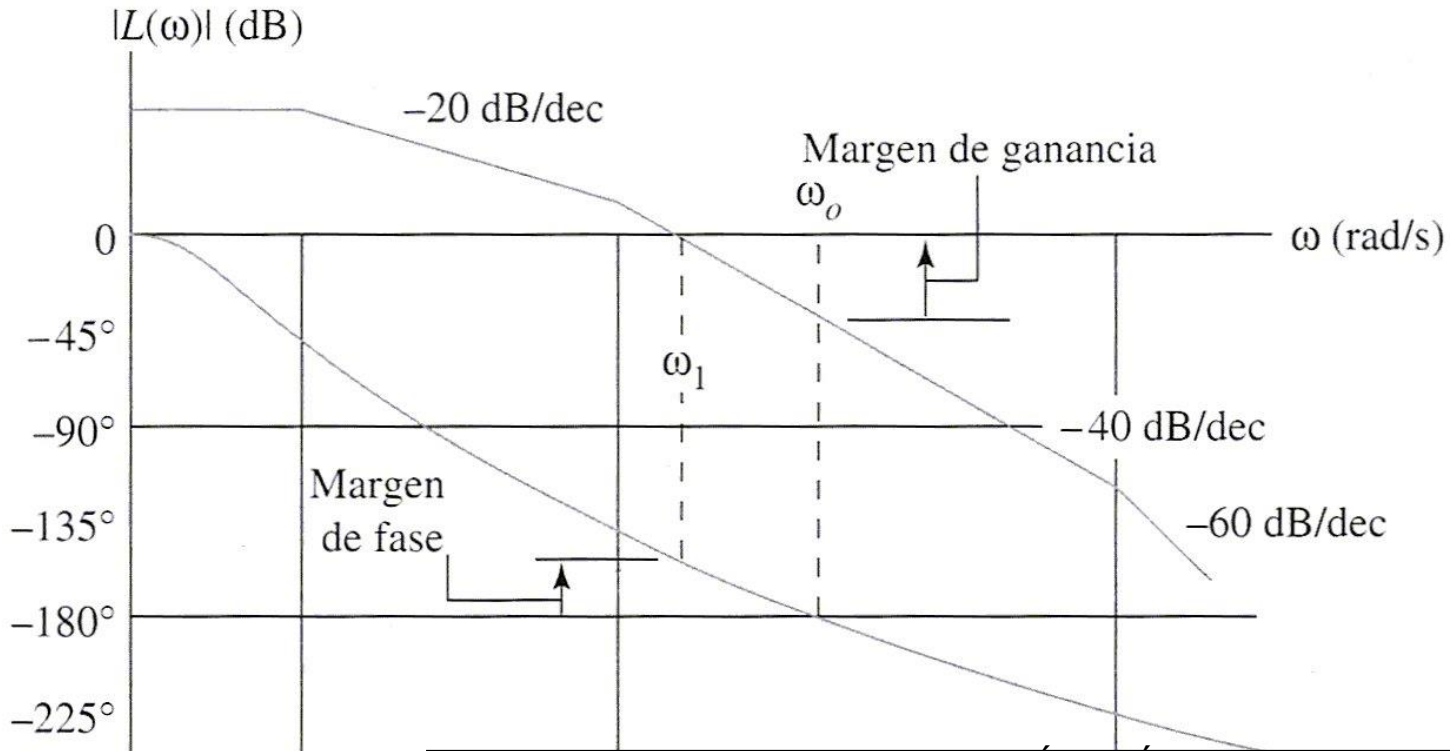
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

(ω)

4.3.1. Criterio: la ganancia de lazo $L(\omega)$



□ Ejercicio 2: justifique si este amplificador es estable



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

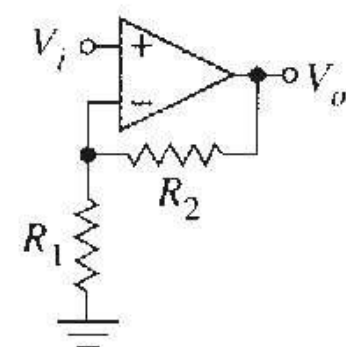
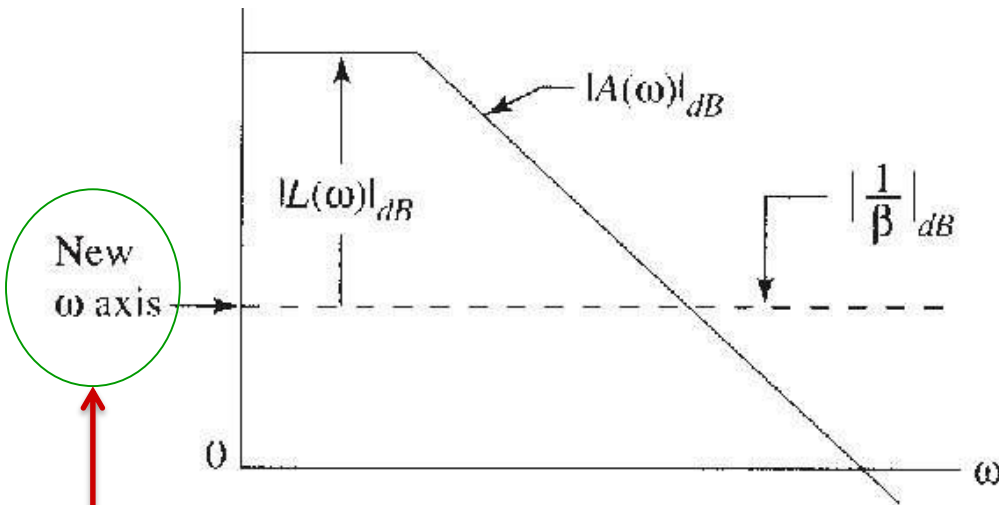


4.3.2. Análisis con β constante



- En muchos casos, la red β es constante (resistores)
 - Se puede conocer $L(\omega)$ directamente con $A(\omega)$ y la $A_{f_{mid}}$ objetivo

$$L(\omega) = A(\omega)\beta \Rightarrow L(\omega)|_{dB} = A(\omega)|_{dB} + \beta|_{dB} = A(\omega)|_{dB} - \frac{1}{\beta}|_{dB}$$



$$\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



4.3.2. Análisis con β constante



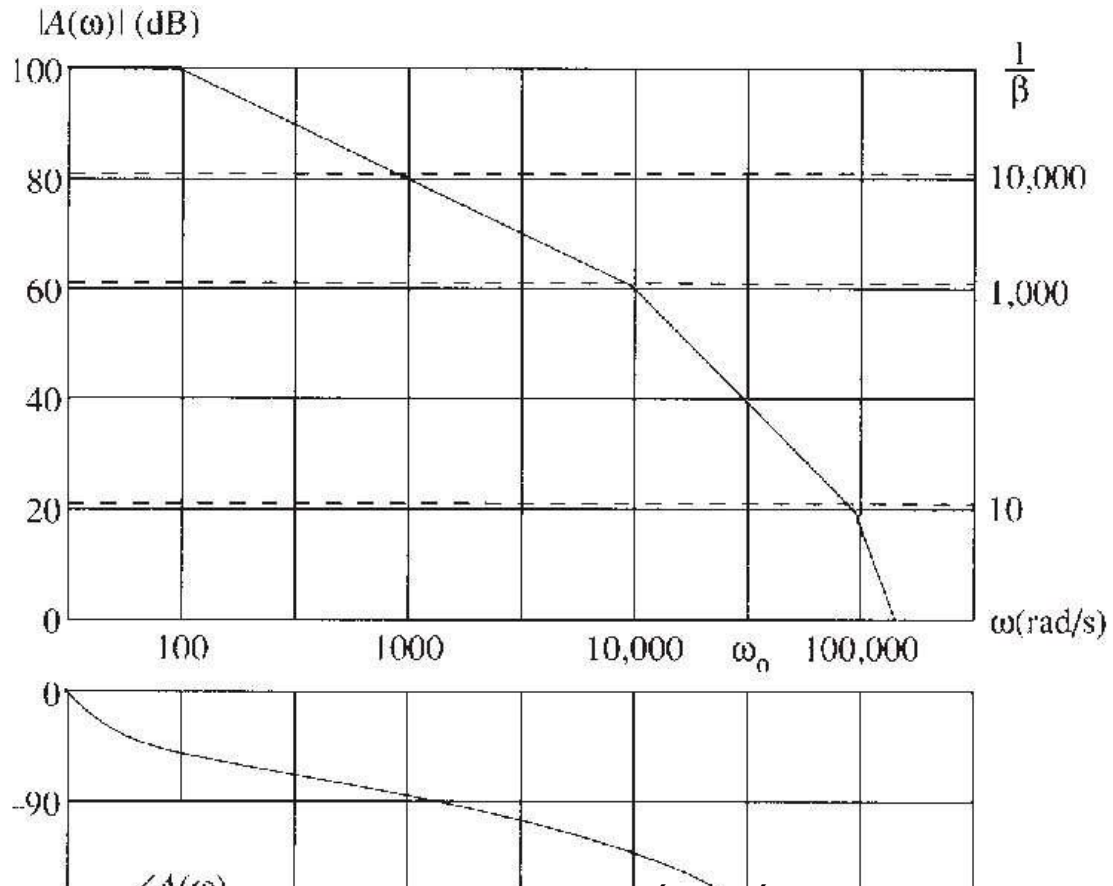
Ejemplo 9.11

- ❑ Queremos saber el grado de estabilidad de un amplificador en función del valor de β .
- ❑ Observaremos el *Margen de Ganancia*.



Fase = 180°

Cartagena99



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

... caso para ganancias β grandes o pequeñas.



4.3.2. Análisis con β constante

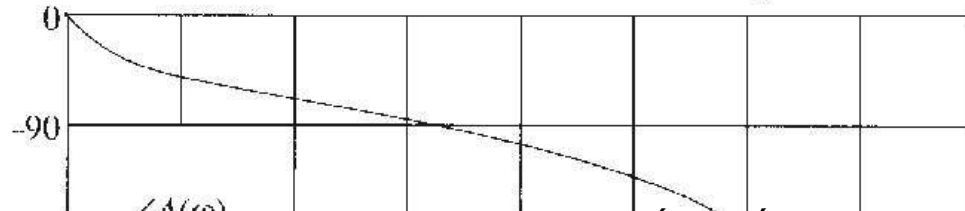
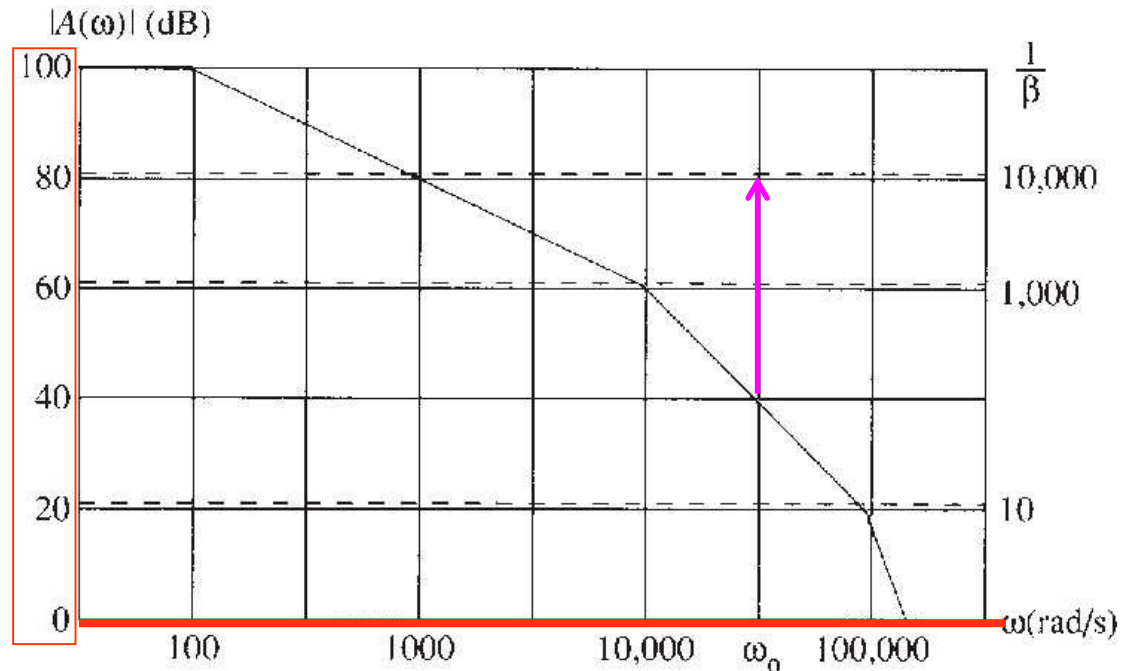


Ejemplo 9.11

$$A_f = 10.000 \approx \frac{1}{\beta}$$



MG = +40dB → OK



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

... caso para ganancias y grandes o pequeñas.



4.3.2. Análisis con β constante

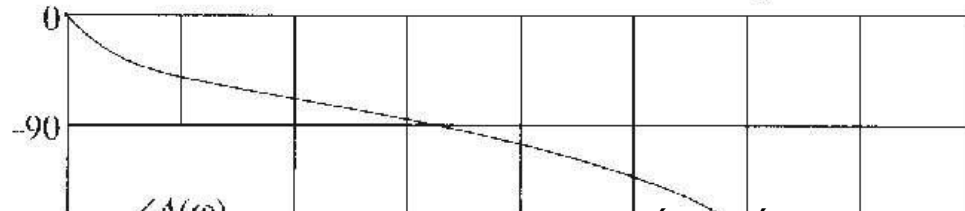
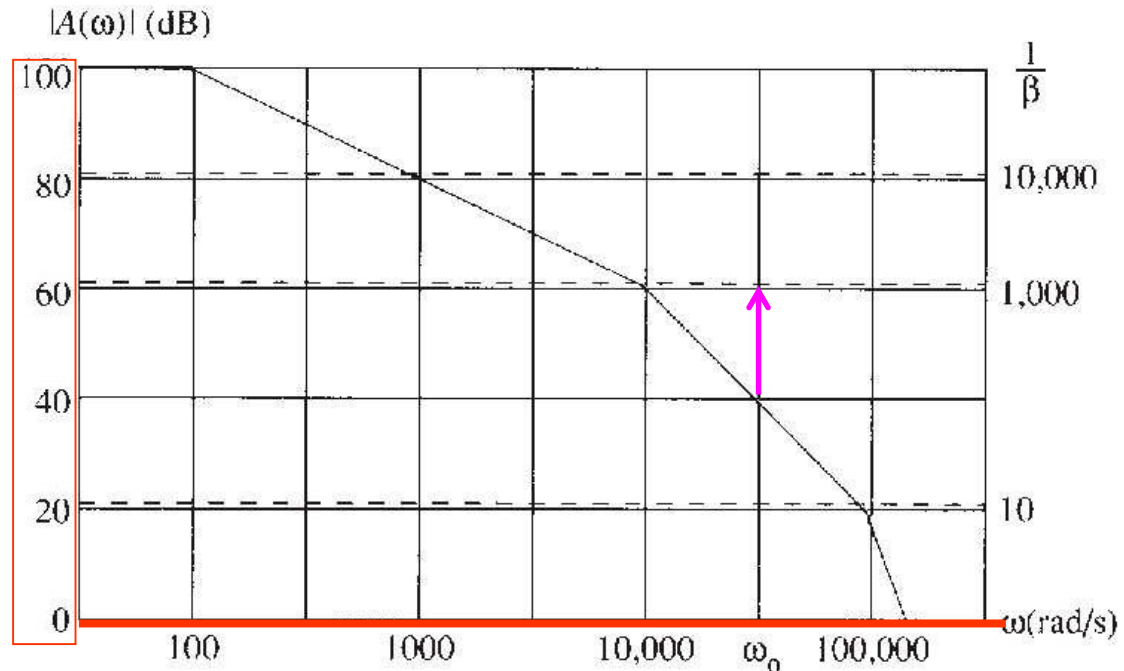


Ejemplo 9.11

$$A_f = 1.000 \approx \frac{1}{\beta}$$



MG = +20dB → OK



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



4.3.2. Análisis con β constante

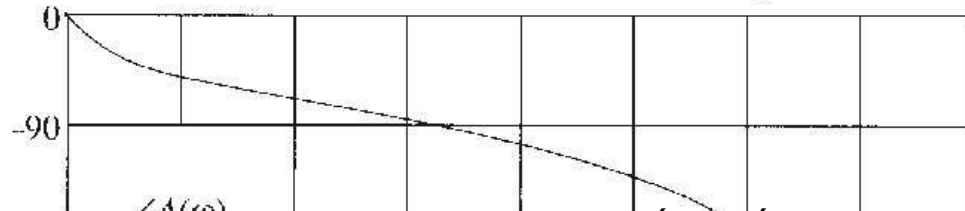
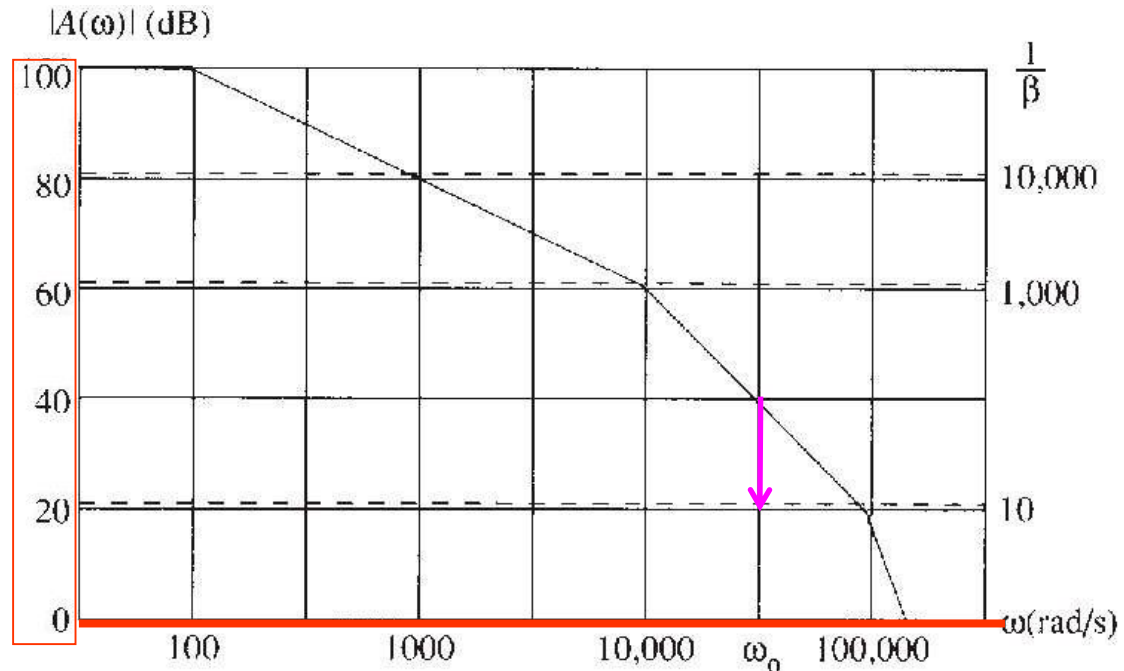


Ejemplo 9.11

$$A_f = 10 \approx \frac{1}{\beta}$$



MG = **-20dB**
→ **iInestable!**



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



4.3.2. Análisis con β constante



Ejemplo 9.11

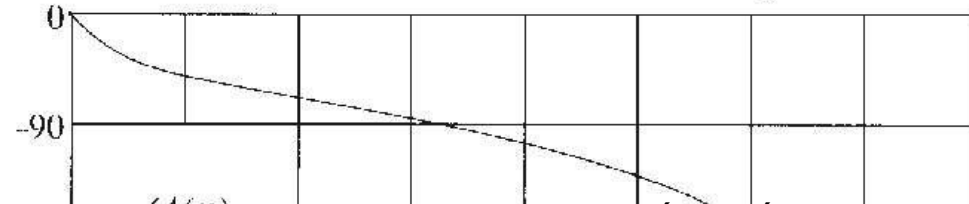
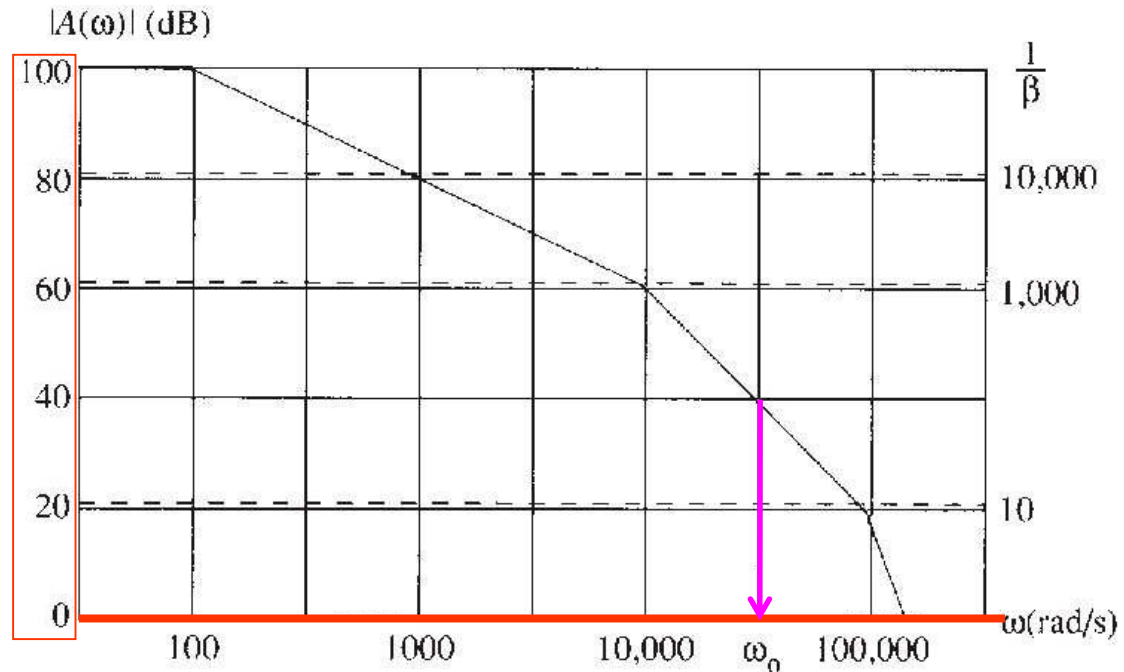
$$A_f = 1 \approx \frac{1}{\beta}$$



MG = **-40dB**

~~¡Inestable!~~

Cartagena99



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

... caso para ganancias y grandes o pequeñas.



4.4. Condiciones de estabilidad



Ganancia en lazo abierto

En general, la estabilidad de un amplificador depende de β :

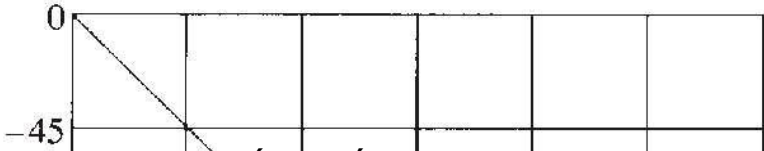
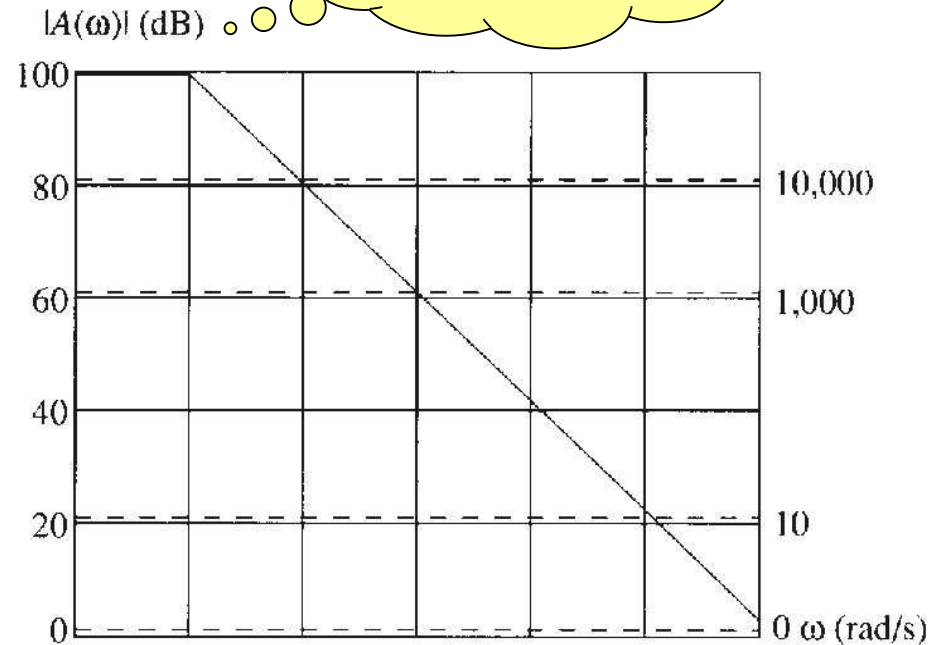
β = cantidad de realim.

Amplificador incondicionalmente estable:

- Para cualquier β !
- Un único polo dominante
 - ...o al menos hasta $A=0dB$

Problema:

- Reducimos el ancho de banda
- Pero contamos con



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

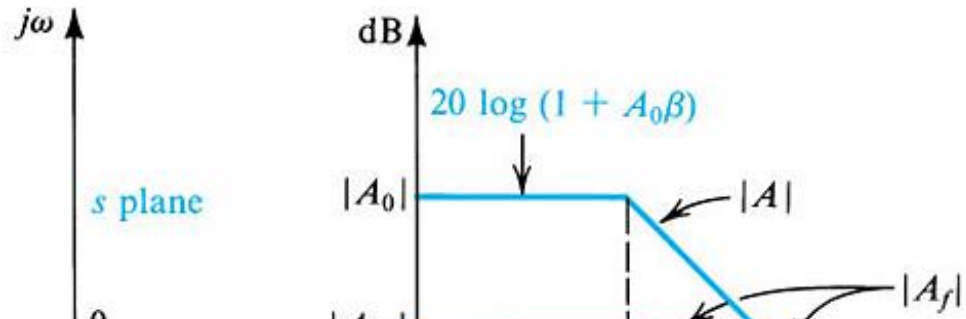
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



4.4.1. Condiciones de estabilidad: 1 polo

- ❑ Los polos de A_f determinan la respuesta del amplificador
 - Si alguno tiene parte real positiva ($\sigma \geq 0$), es inestable
- ❑ Los polos de A_f dependen de los de A y de la cantidad de realimentación β
 - Basta estudiar la evolución de los polos de A en función de β
- ❑ Casos tipo: amplificador A de un solo polo...

incondicionalmente estable



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

4.4.2. Condiciones de estabilidad: 2 polos



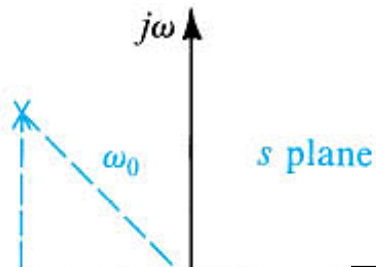
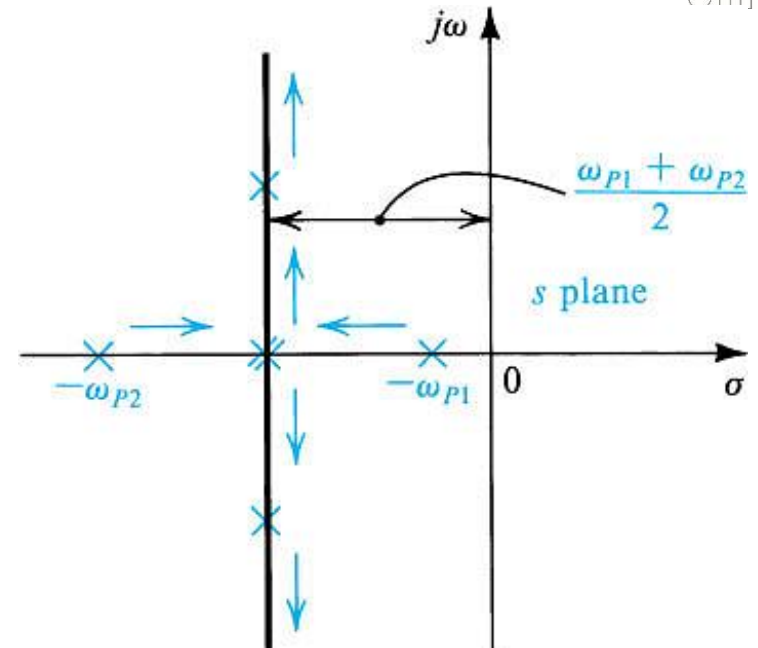
□ Amplificador A de dos polos reales

- Al realimentar, los polos pueden hacerse complejos...

- ...pero nunca pasan a la "parte derecha" ($\sigma \geq 0$)

□ A_f es siempre estable, pero...

- ...puede no serlo **suficientemente** si los polos tienen "demasiada" parte compleja



□ ¿Criterio de **estabilidad**?

- Respuesta temporal sin sobreimpulsos

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

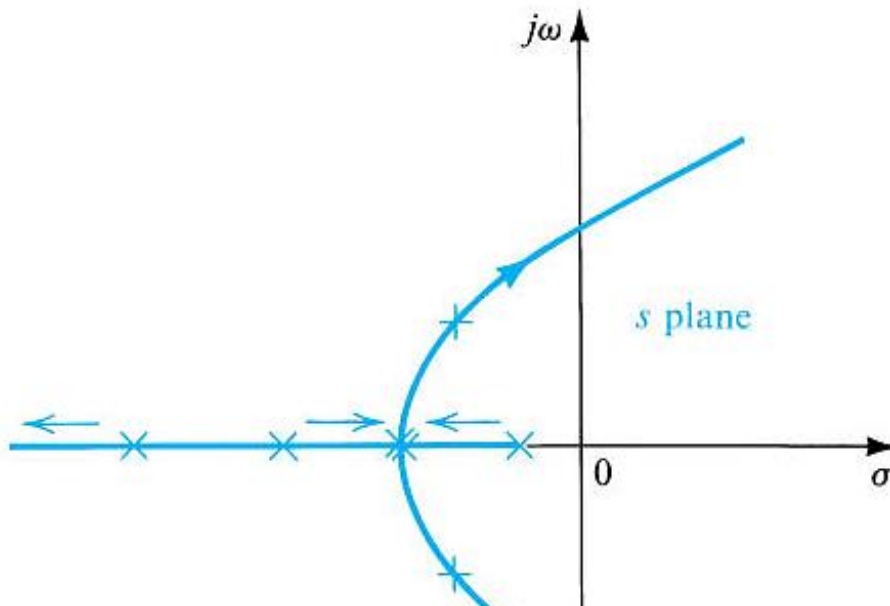
1



4.4.3. Condiciones de estabilidad: +3 polos



- ❑ Amplificador A con tres (o más) polos reales
 - Según sube la cantidad de realimentación, β , los polos...
 - *Convergen, pasan a ser complejos e incluso pasan al semiplano derecho*
 - El amplificador A_f podrá ser inestable



Ha de ser objeto de un estudio de su estabilidad en función de β

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



4.5. Compensación



- ❑ Problema:
 - Ganancia *excesiva* cuando fase es 180°
- ❑ Soluciones:
 - Hacer que módulo de L caiga *más deprisa*
- ❑ ¿Cómo?
 - Bajando ganancia A
 - *Por ejemplo con atenuador resistivo en red A*
 - **Añadiendo un polo dominante** en red A
 - *Ojo que esto implicará cambios adicionales ...*
 - ¿Qué pasa con la fase?...
 - ¿Qué pasa con el ancho de banda?...
 - **Desplazando un polo en red A a más...**

Perdemos ganancia...

¿Cuál será mejor?

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



4.5. Compensación



- ❑ Criterio:
 - Imponiendo un cierto margen de fase
 - Imponiendo un cierto margen de ganancia
- ❑ Dificultad del diseño de una **compensación**
 - Al añadir o desplazar polos (o ceros) la respuesta en frecuencia cambia
 - *Hay que estimar este cambio antes de realizarlo, si es posible...*
- ❑ Ejemplo 1: compensación por **desplazamiento** de polo.
 - Disponemos de un Amp. de ganancia en lazo abierto $A_{mid} = 75\text{dB}$
 - *Tres polos, en 10^3 , 10^4 y $5 \cdot 10^4$ Hz.*
 - Ganancia del amplificador realimentado: $A_f = 40\text{dB}$
 - Compensar con margen de fase **45°**

- Criterio adecuado desde el punto de vista de la respuesta temporal

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

4.5.1. Ejemplo: desplazamiento de polo (1)

Respuesta Original (no compensada)

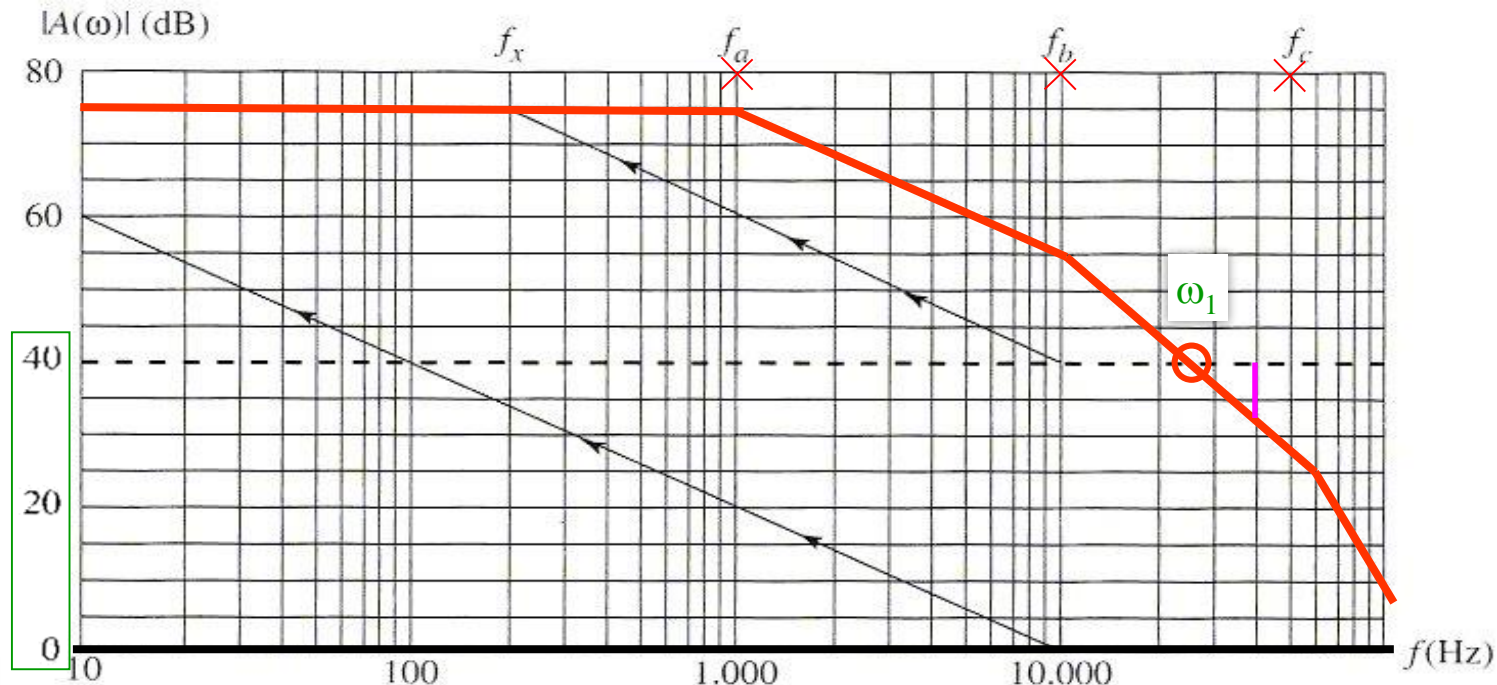
$$A_f = 40dB \approx \frac{1}{\beta} \Big|_{dB}$$



MG \approx 8dB
Estable...



MF \approx 20°
Insuficiente



MG = 0 - |L(omega_0)|

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



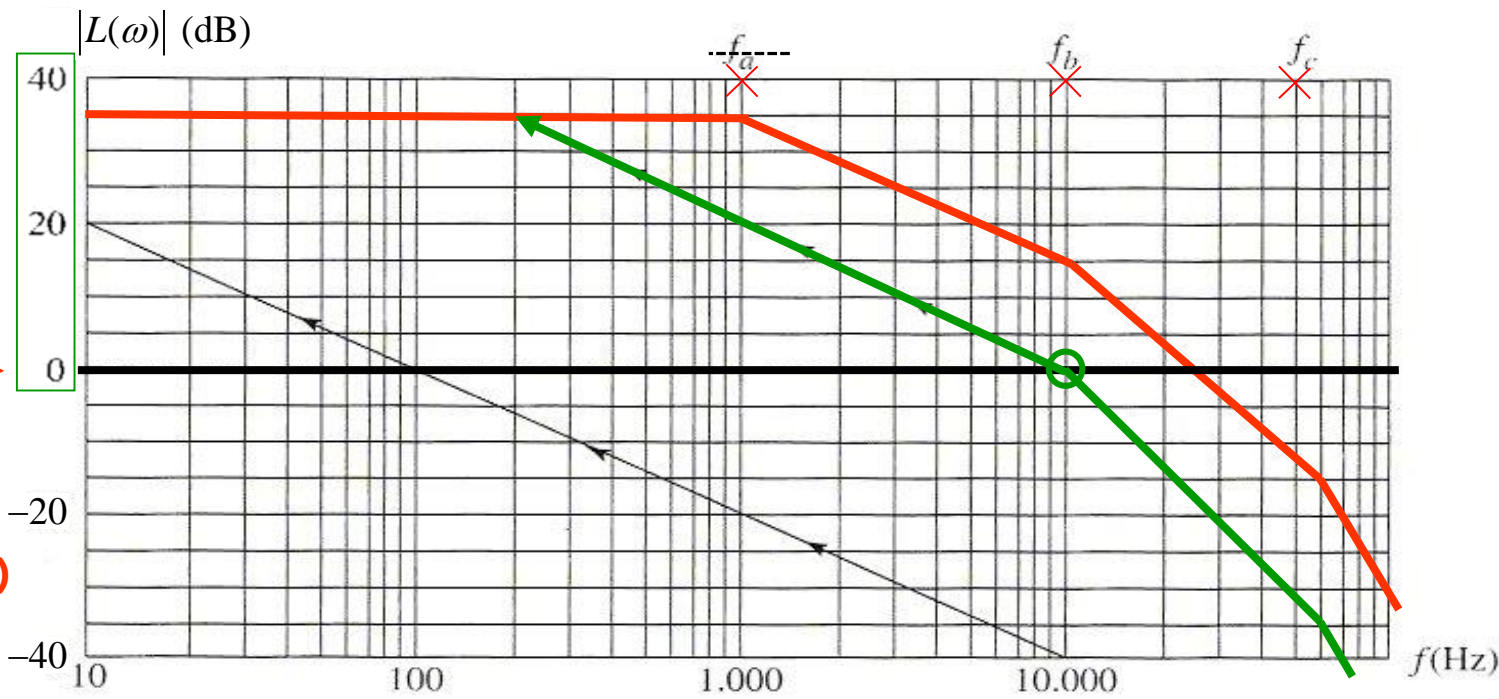
4.5.1. Ejemplo: desplazamiento de polo (2)



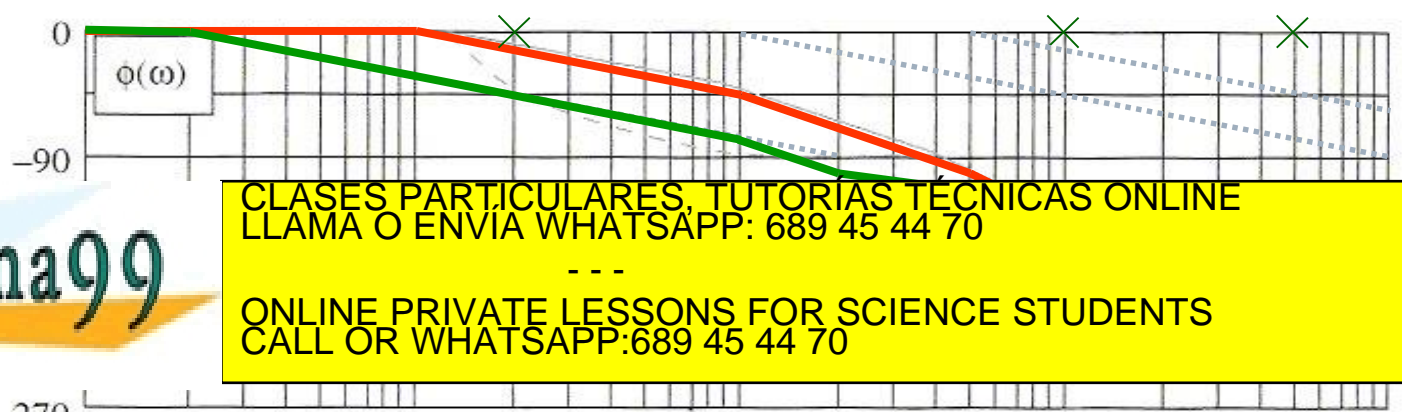
Objetivo:
MF = 45°

$$A_f = 40dB \approx \frac{1}{\beta} \Big|_{dB}$$

Respuesta Original
(no compensada)



Compensada
↓



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



4.5.1. Ejemplo: desplazamiento de polo (3)

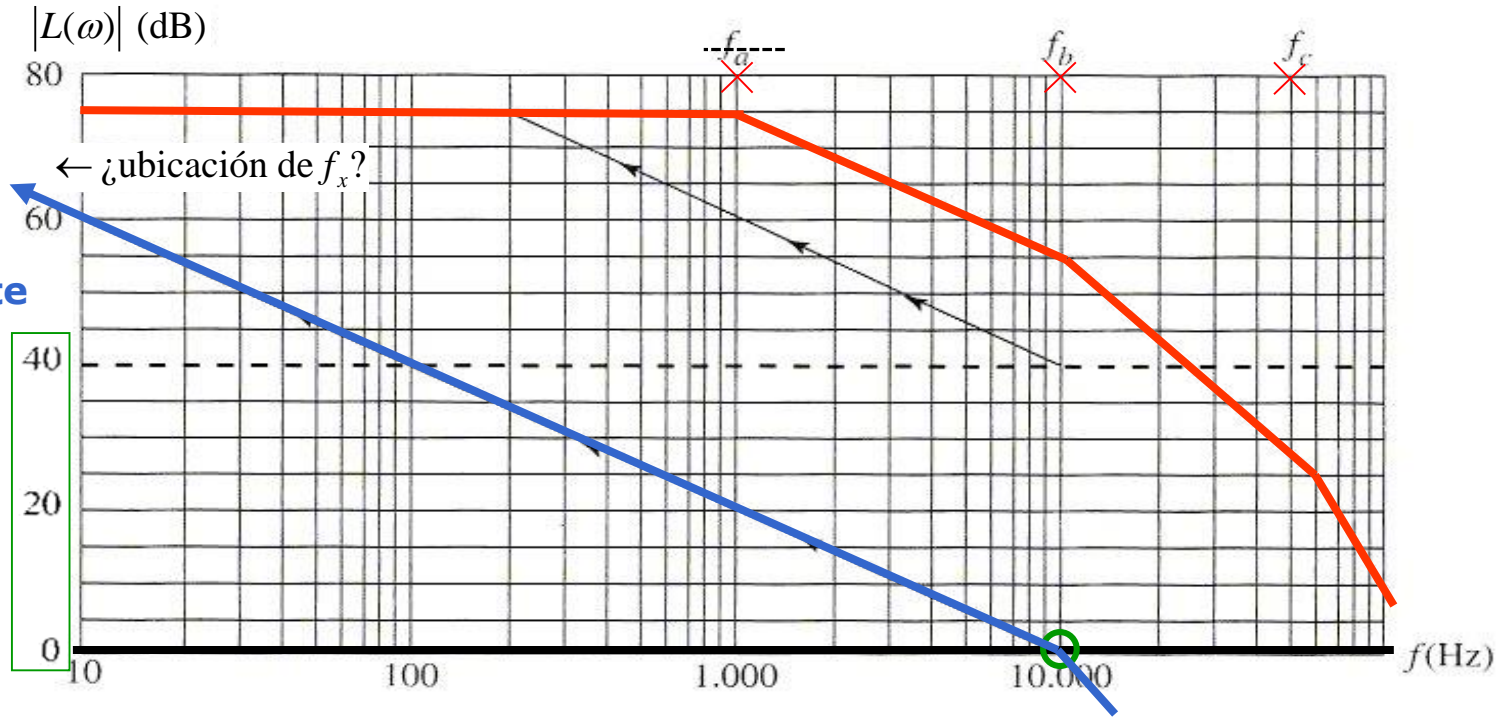


Objetivo:
MF = 45°

Compensada
incondicionalmente

Para cualquier
valor de β .
Peor caso:

$$\frac{1}{\beta} \Big|_{dB} = 0 \Rightarrow \beta = 1$$



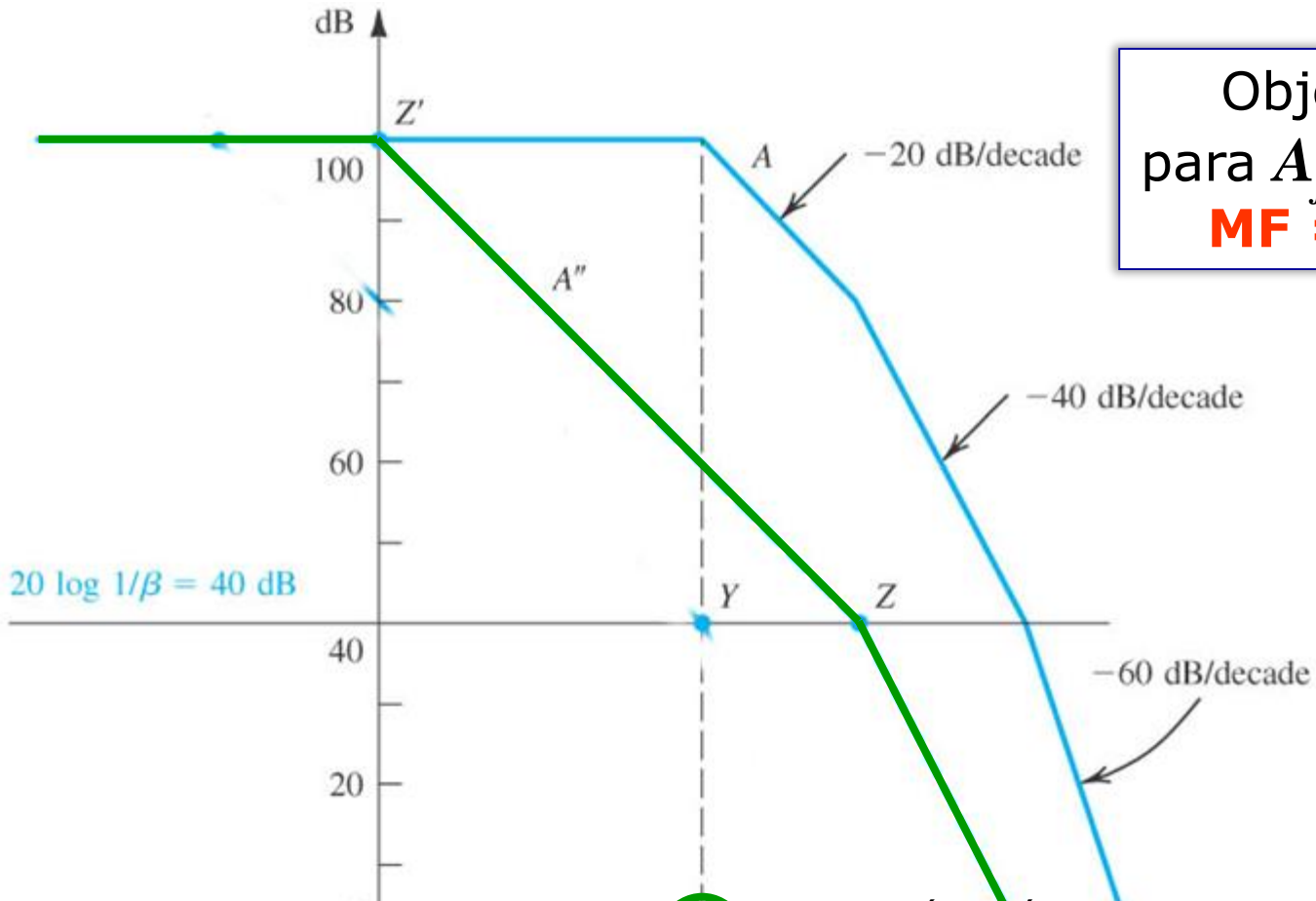
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



4.5.1. Ejemplo 2: desplazamiento de polo



Objetivo:
 para $A_f = 40\text{dB}$
MF = 45°

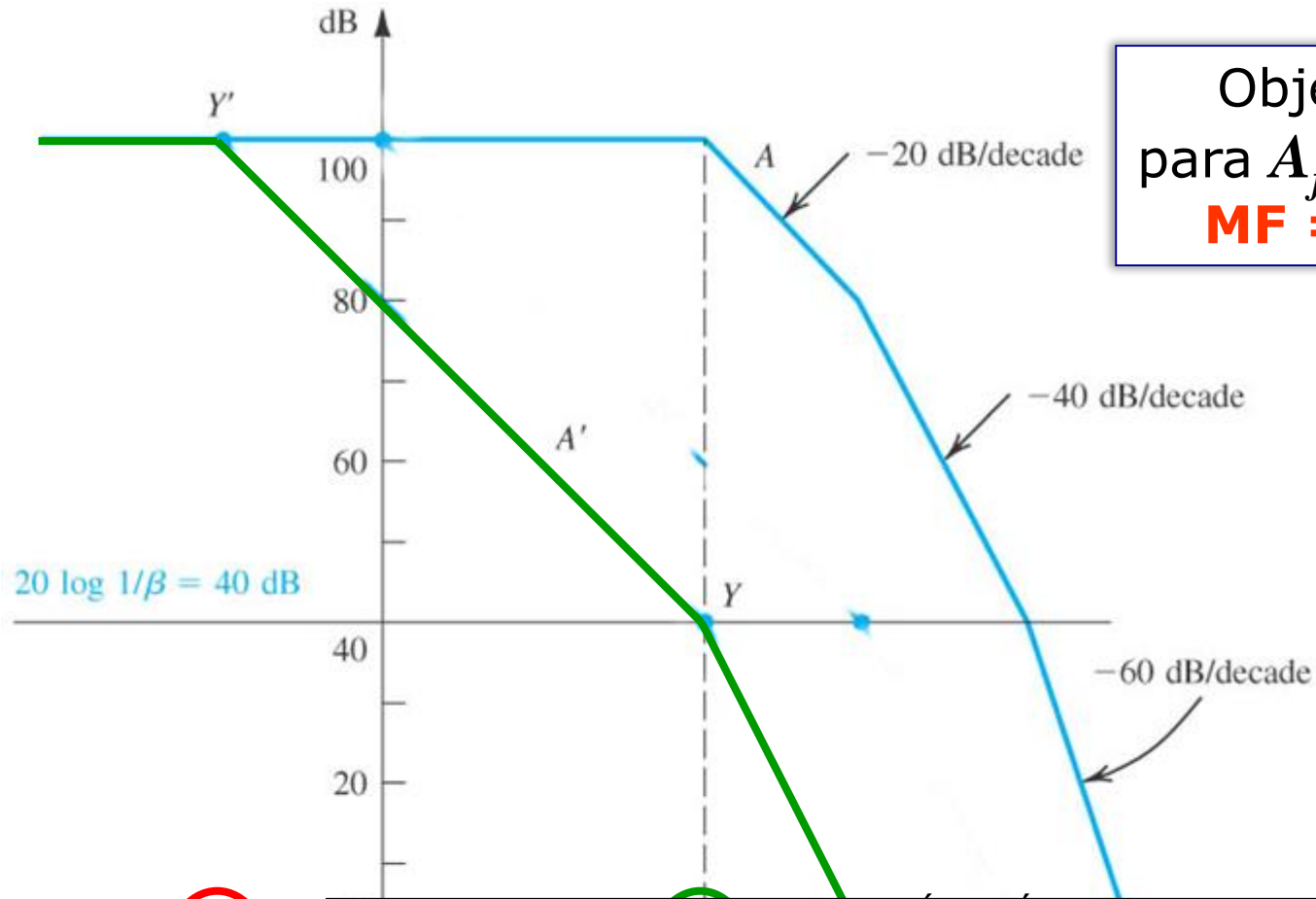
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



4.5.2. Compensación por adición de polo



Objetivo:
para $A_f = 40\text{dB}$
MF = 45°

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



Ejercicio (1/4)



- **PROBLEMA 12.-** Un cierto amplificador operacional tiene una $A_o = 80\text{dB}$ y polos en 1, 10 y 200kHz.
- Represente en el diagrama de Bode adjunto sus curvas aproximadas de ganancia y fase. ¿Cuál es su producto Ganancia-Ancho de Banda en lazo abierto?
 - Con este operacional se construye un amplificador no-inversor. ¿Qué ganancia del mismo correspondería a un margen de fase de cero grados?
 - Se pretende construir un amplificador no-inversor con ganancia de 50dB en lazo cerrado. Éste se compensa mediante desplazamiento de polos. ¿A qué frecuencia se debe encontrar el

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Ejercicio (2/4)



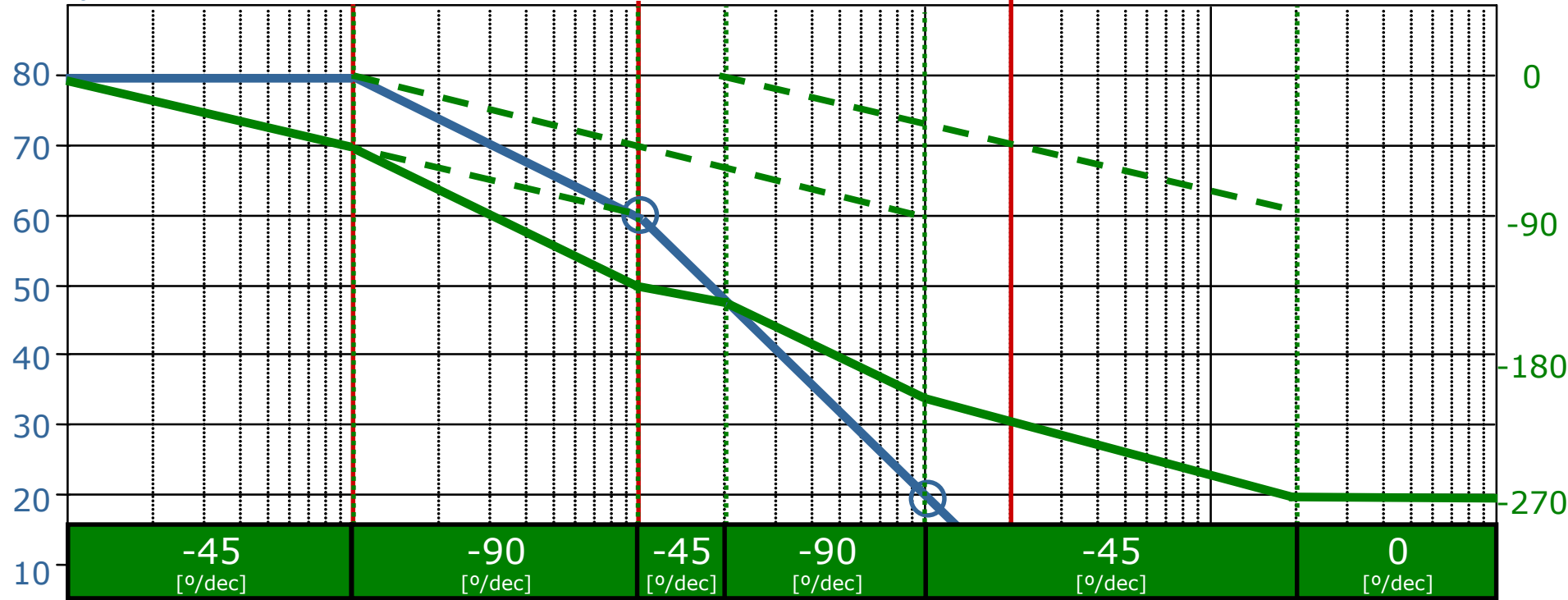
■ a) Representación del diagrama de Bode

$f_a: 1\text{kHz}$ $f_b: 10\text{kHz}$ $f_c: 200\text{kHz}$

$|A_O| = 80\text{dB}$

$|A|_{\text{dB}}$

$\Phi_A [^\circ]$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

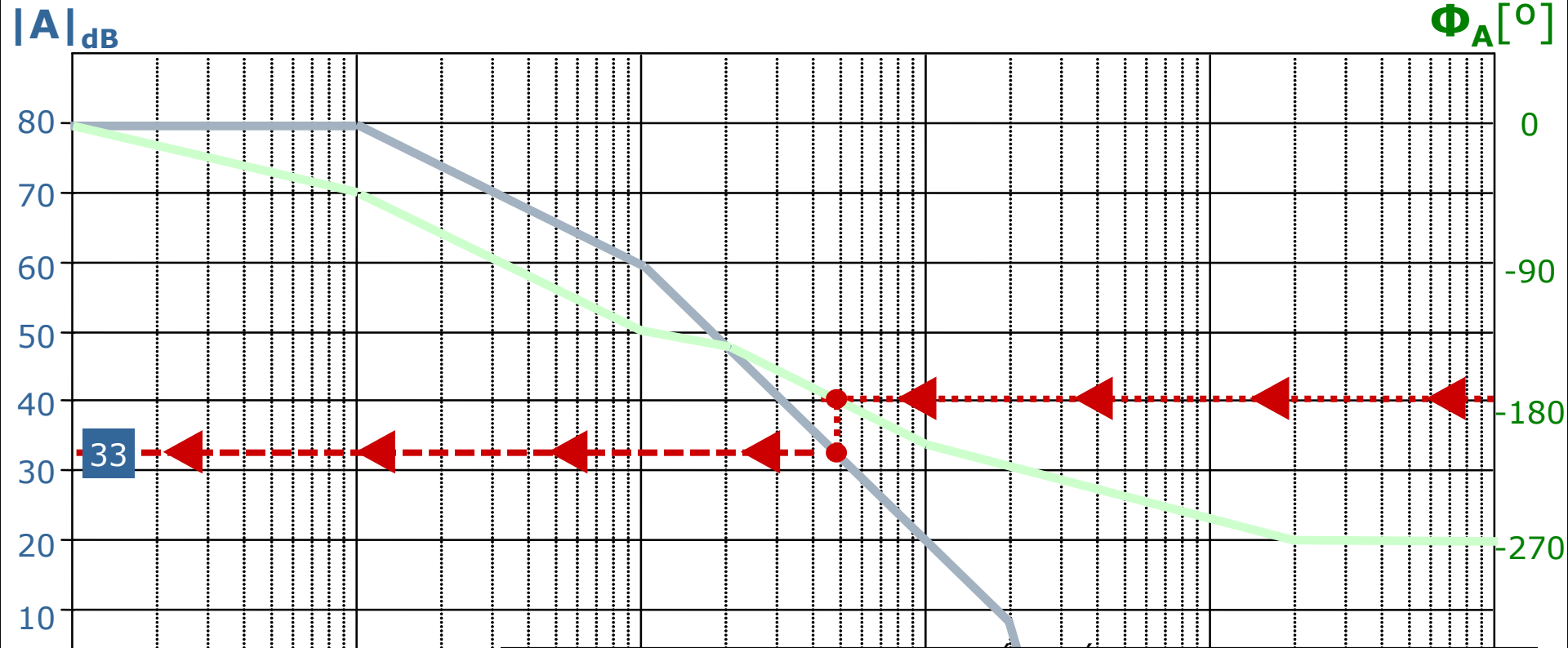
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Ejercicio (3/4)



■ b)



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

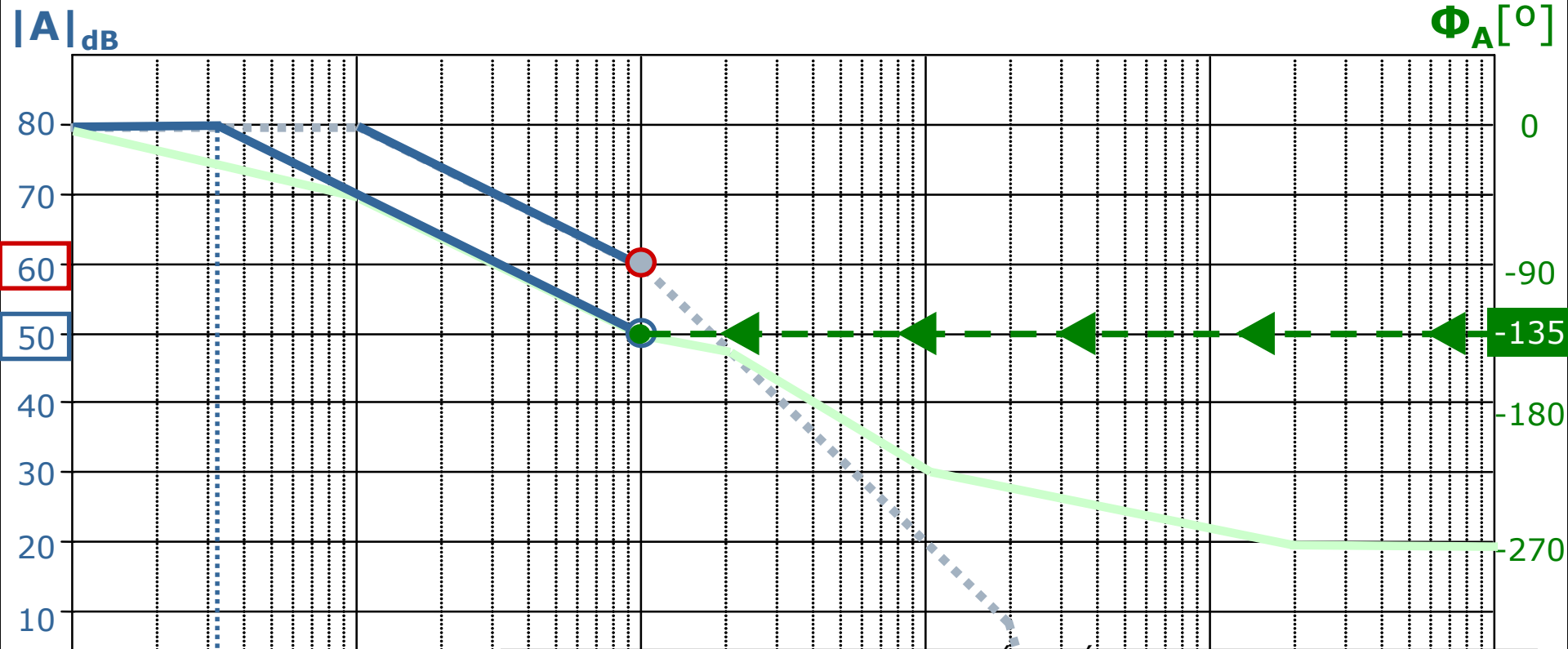
Cartagena99



Ejercicio (4/4)



■ c)



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



4.5.2. Compensación: otros criterios



- ❑ Si el criterio es el Margen de Ganancia:
 - Buscar frecuencia a la que la fase es 180° :
 - *Si adición de polo, donde antes hay 90°*
 - *Si desplazamiento de polo, misma frecuencia*
 - Aplicar margen de ganancia
 - Reconstruir pendientes

- ❑ Una estimación gráfica de la respuesta no es imprescindible, pero sí recomendable para la comprobación del resultado de la compensación.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

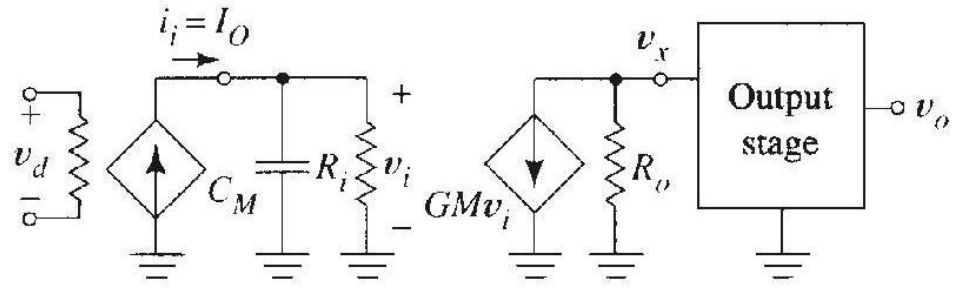
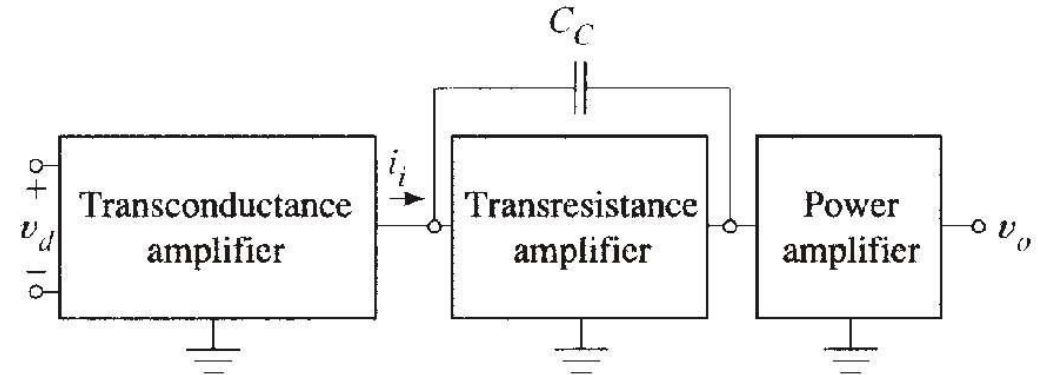
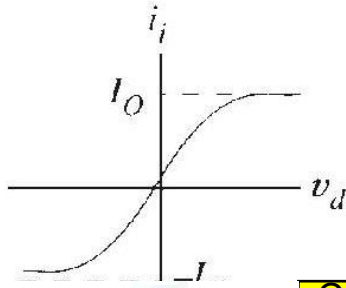
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

4.5.3. Compensación Miller. Ejemplo: A.O.

- AO típico:
 - Estructura interna
 - Aprovecha efecto Miller

$$C_M = C_C (1 + G_M R_o)$$

- Relación entre SR y C_M
 - Si v_d cambia muy rápido, el diferencial se satura...



$$SR = \frac{dv_o}{dt} \approx \frac{I_0}{C}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

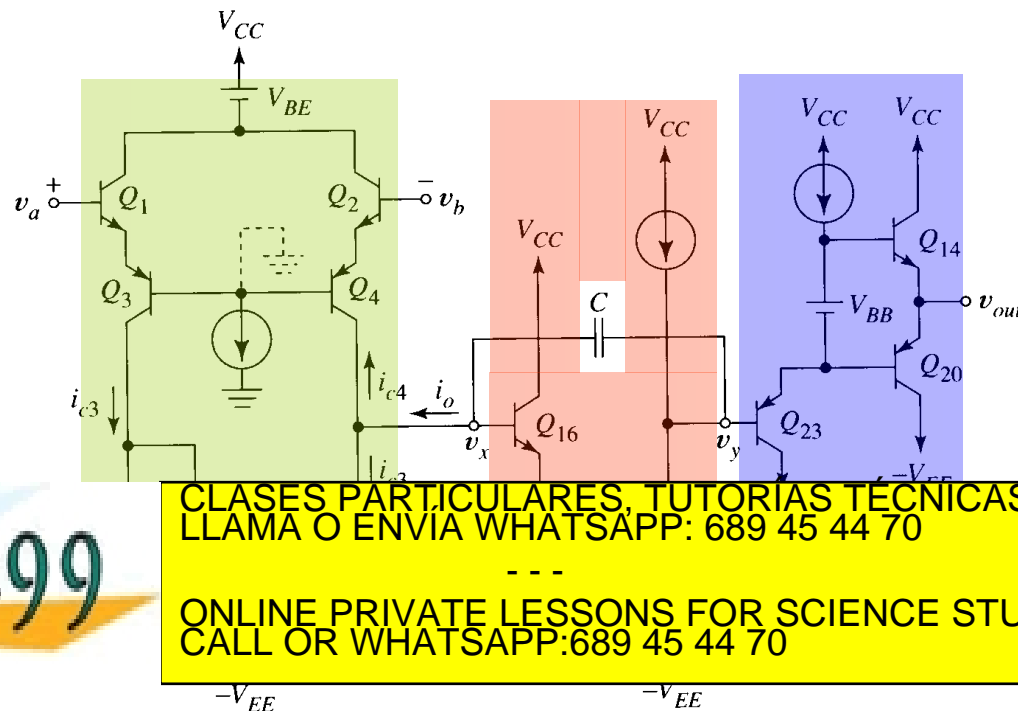
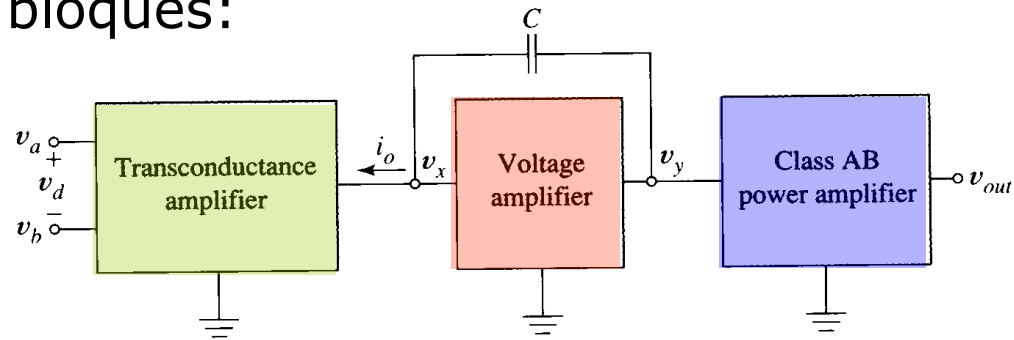
Cartagena99



Apéndice: el 741, un AO compensado.



- Diagrama de bloques:



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

-V_{EE}

-V_{EE}

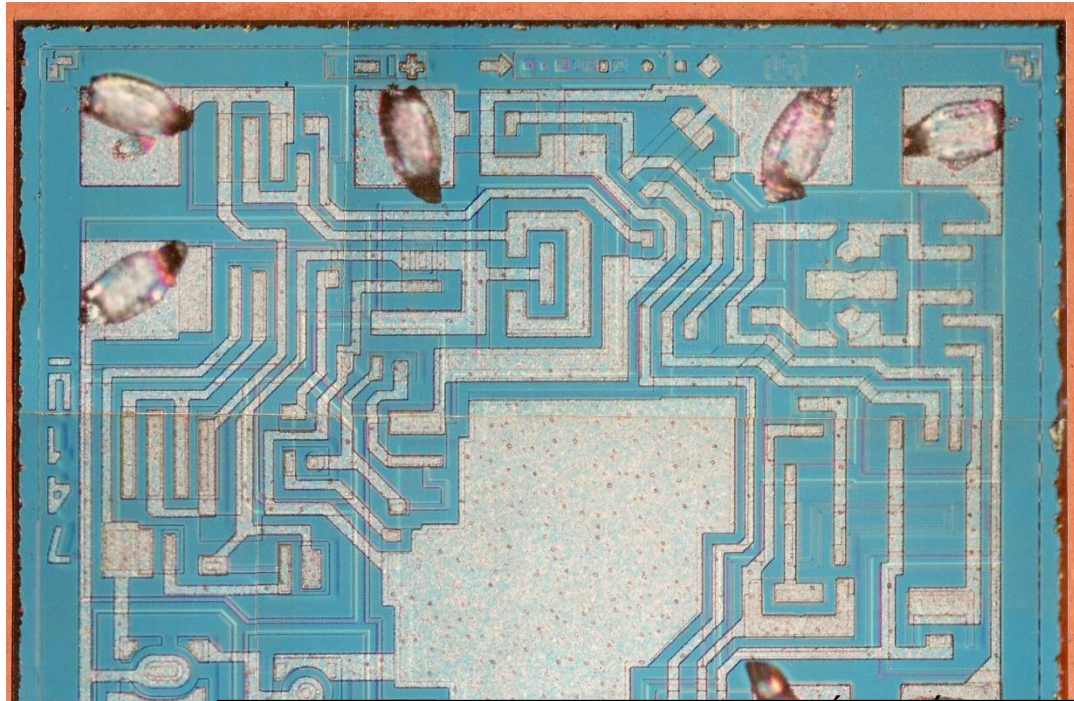


Apéndice: el 741, un AO compensado.



- Vista del circuito integrado:
 - Note el gran tamaño del C de compensación

30pF



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

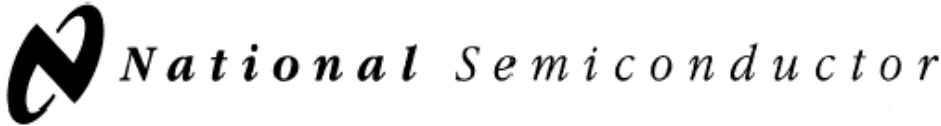
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Apéndice: el 741, un AO compensado.



- Hojas de características:
 - Incondicionalmente estable


August 2000

LM741 Operational Amplifier

General Description

The LM741 series are general purpose operational amplifiers which feature improved performance over industry standards like the LM709. They are direct, plug-in replacements for the 709C, LM201, MC1439 and 748 in most applications. The amplifiers offer many features which make their application nearly foolproof: overload protection on the input and

The LM741C is identical to the LM741/LM741A except that the LM741C has their performance guaranteed over a 0°C to +70°C temperature range, instead of -55°C to +125°C.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

LM741 Operational Amplifier



Apéndice: el 741, un AO compensado.



□ Hojas de características:

Parameter	Conditions	LM741A			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Supply Voltage Rejection Ratio	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $V_S = \pm 20V$ to $V_S = \pm 5V$ $R_S \leq 50\Omega$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$	86	96				77	96	77	96	dB
Transient Response	$T_A = 25^\circ\text{C}$, Unity Gain										
Rise Time			0.25	0.8		0.3			0.3		μs
Overshoot			6.0	20		5			5		%
Bandwidth (Note 6)	$T_A = 25^\circ\text{C}$	0.437	1.5								MHz
Slew Rate	$T_A = 25^\circ\text{C}$, Unity Gain	0.3	0.7			0.5			0.5		V/ μs
Supply Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$					1.7	2.8		1.7	2.8	mA
Power Consumption	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_S = \pm 20V$ $V_S = \pm 15V$		80	150							mW
						50	85		50	85	mW
LM741A	$V_S = \pm 20V$ $T_A = T_{MAX}$			165							mW

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

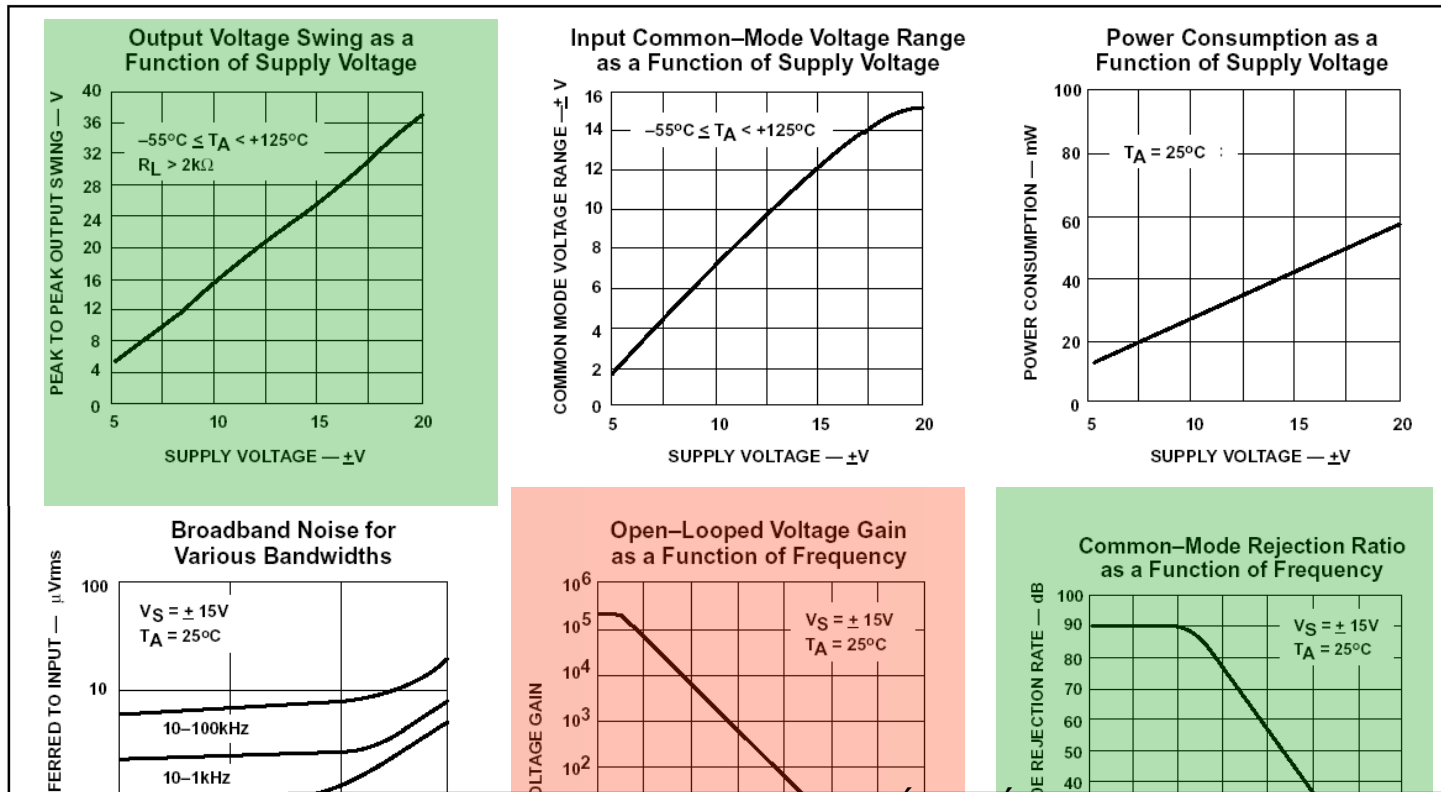


Apéndice: el 741, un AO compensado.



□ Hojas de características:

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Control de revisiones



- 2015-03-12: versión inicial.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70