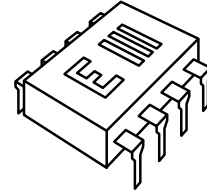




Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Electrónica
Departamento de Electrónica



ELECTRÓNICA III

CONSEJOS PRÁCTICOS PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Fernando A. Marengo Rodriguez

AÑO 2009

Riobamba 245 bis
2000 Rosario
Argentina

<http://www.fceia.unr.edu.ar/enica3>
TEL 0341 4808543
FAX 0341 4802654

Código interno de publicación: b.2100
Primera edición: 2009
Publicado en Internet
Rosario, Argentina
Año 2009
<http://www.fceia.unr.edu.ar/enica3/res-prob.pdf>

1. Propósito

En este apunte se detallan algunos ítems prácticos para analizar y diseñar circuitos electrónicos.

2. Orden de magnitud de los parámetros de los componentes activos

Cuando se necesita analizar y diseñar circuitos, es bueno tener en cuenta el orden de magnitud de los parámetros descriptivos de los dispositivos amplificadores. Esto es sumamente útil si a priori no se conocen con exactitud los componentes que se van a emplear, y se desean hacer cálculos aproximados como por ejemplo en los circuitos realimentados. Aún en el caso que se conozcan todos los componentes, los parámetros de los componentes activos dependen del punto de polarización. A modo de ejemplo, si en un circuito se emplea un BJT de pequeña señal de propósitos generales, el mismo podría tener los siguientes parámetros:

- r_0 del orden de 10 k Ω .
- h_{ie} del orden de 3 k Ω .
- h_{fe} del orden de 100.

¿Para qué sirve tener en cuenta estos valores numéricos? Para facilitar el análisis de circuitos, el cálculo de propiedades como impedancia de entrada, ganancia del amplificador realimentado, etc. Por ejemplo, si el circuito estudiado posee un BJT en E.C. y una resistencia de colector $R_c < 1$ k Ω , resulta $r_0 // R_c \approx R_c$. Del mismo modo, si la resistencia que se conecta en paralelo con la juntura base-emisor del BJT es $R_B \gg 3$ k Ω , resulta $R_B // h_{ie} \approx h_{ie}$.

Es importante tener en cuenta que estas consideraciones sirven sólo para hacer estimaciones numéricas, por lo cual pierde su utilidad cuando se requiere hacer cálculos de mayor precisión. No hay que olvidar que el punto de polarización condiciona la performance de los componentes activos, lo cual marca una dependencia de los parámetros de pequeña señal. Sin embargo, los valores anteriormente citados pueden ser usados como cotas globales. Es decir que en general es $r_0 > 10$ k Ω , $h_{ie} > 3$ k Ω y $h_{fe} > 100$.

Por otro lado, cabe recordar que los parámetros de pequeña señal son mutuamente dependientes entre sí. Siguiendo con el BJT de pequeña señal, su punto de polarización

determina un valor para h_{fe} y para $g_m = \left. \frac{\partial i_c}{\partial v_{be}} \right|_{I_{CQ}} = \frac{I_{CQ}}{\eta V_T}$ (donde η vale 1 y 2 para

transistores de germanio y de silicio respectivamente, y $V_T = 25$ mV). Para este BJT, la resistencia dinámica de entrada h_{ie} (que es aproximadamente igual a r_{π}) es $h_{ie} = h_{fe} / g_m$. Un ejemplo puntual es el siguiente. El transistor BC548A que posee una corriente de polarización de $I_{CQ} = 2$ mA tiene estos valores: $h_{fe \text{ mín}} = 125$, $g_m = 40$ mmhos y $h_{ie} = 3125$ Ω .

2.1. Algunos datos numéricos

A continuación se describe el orden de magnitud de algunos parámetros de los componentes activos más empleados.

Componente	Parámetro	Orden de magnitud
BJT de pequeña señal	r_o	Mayor a 10 k Ω
	h_{ie}	Mayor a 3 k Ω
	h_{fe}	Alrededor de 100
JFET de pequeña señal	r_i	Mayor a la decena de M Ω
	g_m	Unidades y decenas de 1 x 10 ⁻³ mhos
	r_{ds}	Unidades de k Ω (ver nota 1)
	$ V_p $	Unidades de V (ver nota 2)
	I_{DSS}	Unidades y decenas de μ A (ver nota 3)
A.O.	r_i	Mayor a 100 k Ω
	a_v	Alrededor de 1 x 10 ⁵
	r_o	Decenas de Ω

Nota 1: Generalmente, la pendiente de la característica de salida del JFET es menos horizontal que la de los BJT, lo que implica que $r_{ds} < r_o$. Un valor típico de r_{ds} es 3k Ω .

Nota 2: Valores típicos de $|V_p|$ son 2 V ó 4 V.

Nota 3: Un valor típico de I_{DSS} es 10 μ A.

3. Otros consejos prácticos

- **Antes de abordar el cálculo matemático de los componentes del circuito, conviene analizarlo desde el punto de vista circuital** con el fin de tener una idea global del funcionamiento del circuito y de cada uno de sus componentes. Esto es indispensable para comprender mejor los principios y aplicaciones de la electrónica, y además sienta las bases para llevar a cabo diseños exitosos. Finalmente, el dominio de este enfoque resulta fundamental en el coloquio final de la materia.

- **Si en el análisis del modelo en pequeña señal uno se encuentra con fuentes dependientes, no corresponde pasivar las mismas.** En todo caso, podría darse el caso de que la variable de control se anule, con lo cual se inhibiría el funcionamiento de la fuente antes mencionada y tendría el mismo efecto que si se la pasivara. No obstante, este ejemplo no contradice lo dicho en la primera oración. Esta situación podría presentarse en casos donde se calcule el aporte de una señal de entrada a la salida en el proceso de superposición.

- **Se puede corroborar la presencia de gruesos errores matemáticos analizando las ecuaciones con las que se va trabajando.** Una forma de averiguar ello es comprobar la consistencia de unidades. Por ejemplo, una expresión de ganancia de transimpedancia debe poseer unidades de Ω .

- **Cuando se llegue a un resultado numérico determinado, se debe analizar sus consecuencias en el circuito y sobre todo si el mismo es razonable con los**

componentes adoptados. Por ejemplo, un amplificador inversor no puede tener ganancia positiva.

Referencias

Motorola semiconductor technical data. Enlace correspondiente al BC548A:
http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/150/128424_DS.pdf