ficha prática n.º 46
práticas de eletricidade

INTRODUÇÃO À ELETRÓNICA.

Manuel Teixeira
ATEC _ Academia de Formação

Os transístores de junção bipolar são um dos componentes mais importantes da eletrónica analógica. Poderemos encontrá-los em várias aplicações como os amplificadores de sinais, amplificadores diferenciais ou *drives* de potência. Nesta edição vamos olhar para os amplificadores de um andar, multiandares e as suas diferentes componentes analíticas.

19.2. Impedância de saída

Até aqui consideramos que a fonte de tensão alternada era ideal, ou seja tem resistência interna nula, mas, na prática, isto não se verifica. Iremos neste ponto analisar como é que a impedância de entrada carrega a fonte alternada.

Na Figura 146 apresenta-se uma fonte de tensão alternada u_g que possui uma resistência interna R_G. Quando o gerador de tensão alternada é ligado ao circuito verifica-se alguma queda de tensão na resistência interna, daí resulta que a tensão alternada entre a base e a massa seja menor que o ideal.

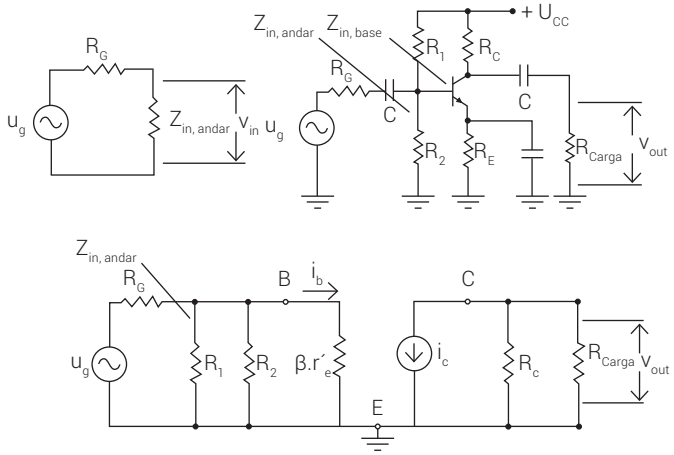

Figura 146. Efeito da impedância de entrada.

O gerador tem de ativar a impedância de entrada do andar amplificador $Z_{in, andar}$. Esta impedância de entrada inclui os efeitos das resistências R1 e R2 em paralelo com a impedância de entrada da base $Z_{in, base}$.

Assim a impedância de entrada define-se como:

$$Z_{in,andar} = R_1 \,//\, R_2 \,//\, Z_{in,base}$$

A tensão de entrada será dada pelo divisor de tensão:

$$v_{in} = \frac{Z_{in,\,andar}}{R_G + Z_{in,\,andar}} \cdot u_g$$

20. AMPLIFICADORES MULTIANDARES

20.1. Análise de Amplificadores Multiandares

Para se obter um maior ganho de tensão faz-se a cascata ou junção de dois ou mais andares amplificadores. Isto significa que se usa a saída do primeiro andar amplificador como entrada do segundo andar. Por sua vez, a saída do segundo andar é usada como entrada de um terceiro andar e assim sucessivamente.

Consideremos o seguinte amplificador com duas etapas ou andares:

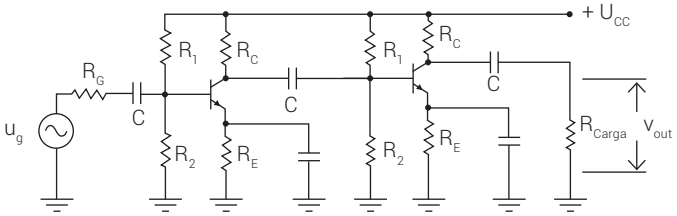

Figura 147. Amplificador emissor comum de dois andares.

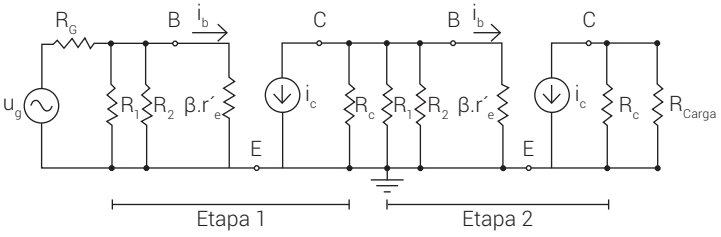

Figura 148. Modelo em π do amplificador EC de dois andares.

20.1.1 Análise do primeiro andar

A **impedância de entrada do primeiro andar** será dado por:

$$Z_{in,andar\,1} = R_1 \,//\, R_2 \,//\, Z_{in,base\,1}$$

Assim a **tensão de entrada** virá:

$$v_{in} = \frac{Z_{in,\,andar\,1}}{R_G + Z_{in,\,andar\,1}} \cdot u_g$$

A impedância de entrada do segundo andar carrega o primeiro andar, por outras palavras, a impedância de entrada do segundo andar está em paralelo com R_C do primeiro. O **ganho em tensão** do primeiro andar será:

$$A_{u_1} = \frac{u_{out_1}}{u_{in_1}} = \frac{R_c \,//\, Z_{in,\,andar\,1}}{r'_{e_1}}$$

20.1.2 Análise do segundo andar

A **impedância de entrada** do segundo andar será obtida pela expressão:

$$Z_{in,andar\,2} = R_1 \,//\, R_2 \,//\, Z_{in,base\,2}$$

O **ganho em tensão** do segundo andar virá:

$$A_{u_2} = \frac{u_{out_2}}{u_{in_2}} = \frac{R_c \,//\, R_{carga}}{r'_{e_2}}$$

O **ganho em tensão total do amplificador** será dado por:

$$A_u = A_{u1} \cdot A_{u2}$$

O sinal do amplificador é invertido na saída do primeiro andar e aplicado ao segundo andar. A saída amplificada é invertida novamente e acoplada à resistência de carga. O sinal de saída está em fase com o sinal de entrada ($\varphi = 0^o$).

Teste de conhecimentos n.º 23

1. Refira o que se faz para se obter maior ganho de tensão em amplificadores multiandares.
2. De que forma sai o sinal do primeiro andar num amplificador multiandares?

Solução do teste de conhecimentos da revista n.º 55

1. Os principais passos para a análise completa de um amplificador são:
   - Definição do ponto de funcionamento em DC e para tal definem-se os condensadores como circuitos abertos.
   - Análise em Corrente Alternada:
     - Curto circuitar os condensadores de acoplamento e condensadores de desvio;
     - Imaginar as fontes de tensão contínuas como massas;
     - Substituir o transístor pelo modelo em π e desenhar o esquema em Corrente Alternada;
     - Definir os parâmetros de amplificação do transístor.

2. O ganho de tensão é definido pela relação entre a tensão alternada de saída e a tensão alternada de entrada:

$$A_u = \frac{u_{out}}{u_{in}}$$

BIBLIOGRAFIA DO ARTIGO

Malvino (2000). Princípios de Eletrónica (Vol. 1 e 2). McGraw-Hill (Sexta edição)

PUB

invitécnica
material electrotécnico

APRESENTAMOS A GAMA RENOVADA DA NOSSA REPRESENTADA

TE connectivity
Crompton INSTRUMENTS

INTEGRA DL1

Projetado, desenvolvido e fabricado no Reino Unido, o **INTEGRA DL1** é um sistema de medição digital que fornece a medida, o isolamento e a conversão de todos os principais parâmetros elétricos de 2x cargas trifásicas num único medidor. O **INTEGRA DL1** pode ser usado em sistemas elétricos monofásicos e trifásicos balanceados de quatro fios com precisão classe 0,5. O **INTEGRA DL1** tem microprocessador integrado para programação.

O **INTEGRA 1630** é um equipamento multifuncional de medição digital com uma alta precisão de 0,2%, com "display" para visualização e comunicação de todos os principais parâmetros elétricos e da qualidade de energia, incluindo distorção de harmônicos total (THD). Para corresponder aos requisitos e necessidades dos utilizadores, a gama inclui monofásicos, trifásicos de três e/ou quatro linhas.

INTEGRA 1630

INTEGRA RI3

O **INTEGRA RI3** é uma solução precisa e econômica para a medição e leitura de todos os principais parâmetros elétricos e da qualidade de energia. O INTEGRA RI3 é de programação fácil, montagem e navegação amigáveis, o que torna uma escolha ideal para os utilizadores que necessitam de uma medição de energia confiável.

O **INTEGRA 2270** é um equipamento digital multifuncional para a medição da qualidade da energia e conversão de todos os principais parâmetros elétricos. O **INTEGRA 2270** pode ser utilizado em sistemas elétricos monofásicos ou trifásicos, equilibrados ou desequilibrados, de 3 ou 4 linhas. O **INTEGRA 2270** tem uma precisão de classe 0,2. O INTEGRA 2270 inclui protocolo de comunicação RS485 Modbus RTU e entrada de impulso/alarme e entradas/saídas standard. É fornecido programado para as necessidades dos utilizadores, mas pode ser facilmente reprogramado para se adequar a qualquer aplicação.

INTEGRA 2270

apcer ISO 9001 IQNet
PME líder '15 PME excelência '14
30 ANOS 1986-2016

INVITÉCNICA – Material Electrotécnico, Lda.
Rua de António Alves Quelhas, 92
Zona Industrial Maia 1
4475-297 MAIA
Tel. 22 943 9770
www.invitecnica.pt
geral@invitecnica.pt