

Conteúdo

Prefácio	3
1 Amplificadores Operacionais	5
Bibliografia	7

Prefácio

Este material foi escrito como suporte para a disciplina SEL609 da Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos.

Ementa

A disciplina abordará os seguintes dispositivos:

- Amplificadores Operacionais
- Diodos
- Transistores Bipolares

Além disso técnicas de análise de circuitos serão abordadas e/ou revisitadas:

- Análise de malhas e nós
- Transformada de Laplace
- Diagramas de Bode

E configurações de circuitos básicos:

- Amplificadores Operacionais
 - Circuito de ganho
 - Circuitos derivados
 - Circuitos integrados
- Diodo (Incluindo Zener e Shottky)
 - Limitadores
 - Retificadores
 - Dobradores de tensão
- Transistores Bipolares

- Amplificadores e Buffers
- Fontes de tens'ao e corrente
- Portas lógicas (TTL)

Materiais para referência

O livro texto adotado para referências é a quarta edição de “Microeletrônica” por *Sedra e Smith* [2], no entanto, a fonte principal de consulta serão as notas de aulas. A escolha desta edição em específico se dá pelo enfoque em que é dado ao transistor bipolar.

Para dúvidas a cerca de circuitos elétricos recomenda-se o livro de *Orsini*[1].

Avaliações

A média final será composta pela média simples de duas provas. Haverá uma prova substitutiva (substituindo a pior nota) ao final do curso, com o intuito de ajudar os alunos. A primeira prova terá duração aproximada de duas horas e trinta minutos, e as demais entre quatro e cinco horas.

Testes surpresa poderão ocorrer no final das aulas, mas serão contabilizados apenas como bonificação nas nota finais.

Calculadoras não serão sempre permitidas nas provas e caso forem, não haverá um aviso prévio. Na dúvida sempre leve sua calculadora (gráfica ou científica).

A presença é obrigatória e haverá chamada.

Recomendações

Sempre tire suas dúvidas durante ou no final de cada aula pois o ritmo da disciplina é intenso e a matéria é acumulativa. Não hesite em procurar o professor fora da sala de aula, faz parte de sua profissão sanar as dúvidas de seus alunos.

Capítulo 1

Amplificadores Operacionais

Para cada componente podemos trabalhar com vários modelos de diversas complexidades. Modelos simples são mais fáceis de trabalhar mas podem esconder diversos fenômenos. O ideal será sempre escolher o modelo mais simples mas que ainda sim satisfaça todos os nossos requerimentos.

E este é um dos desafios de um engenheiro, dado um problema ponderar qual é o modelo mais adequado para se aplicar.

No caso de um Amplificador Operacional (*AmpOp* ou *OpAmp*), um modelo suficientemente complicado seria o da Figura 1.1 que leva em conta a interação de vários transistores. No entanto, seu equacionamento é complexo, o que nos levaria ao uso de simuladores. Assim, a priori usaremos um modelo simplificado para Amplificadores Operacionais.

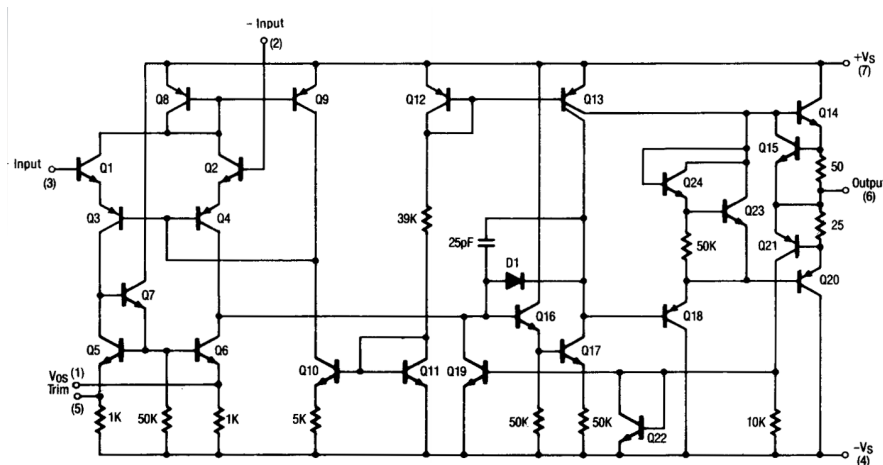


Figura 1.1: Esquemático do *AmpOp* 741, retirado do post “Ubiquitos 741” do blog “Ken Shirriff’s Blog”.

A grosso modo temos dois tipos de transistores bipolar. O transistor PNP e o NPN, conforme mostra a Figura ??.

Dado dois sinais de entrada, conforme ilustrado na Figura ??, um em cada terminal podemos fazer algumas definições. A tensão de modo comum pode ser definida como:

$$V_{CM} \triangleq \frac{V_+ + V_-}{2} \quad (1.1)$$

E a tensão diferencial como:

$$V_D \triangleq V_+ - V_- \quad (1.2)$$

Rearranjando as duas equações anteriores, temos:

$$V_+ = V_{CM} + V_D \quad (1.3)$$

$$V_- = V_{CM} - V_D \quad (1.4)$$

Representação:

Figura 1.2: Onde G_D é o ganho diferencial e G_{CM} é o ganho de modo comum.

Um AmpOp exige que o ganho de modo comum, G_{CM} , seja bem inferior ao ganho diferencial, ou seja $G_D \gg G_{CM}$, pois deseja-se amplificar apenas a diferença de seus terminais. Vale lembrar que G_D e G_{CM} não são termos constantes e variam em função da frequência, o que nos leva a escrever de forma realista:

$$V_{out} = G_D(f)V_D + G_{CM}(f)V_{CM}$$

No entanto, quando estivermos trabalhando em DC , usaremos G_D e G_{CM} constantes,

Figura 1.3: Ganho diferencial típico de um AmpOp.

pois a frequência é próxima de zero e esta é a modelagem mais simples.

Modelo de um AmpOp Ideal

Figura 1.4: Name

Um AmpOp ideal tem as seguintes propriedades:

Bibliografia

- [1] L. de Queiroz Orsini. *Curso de circuitos eletricos*. Number v. 1. Edgard Blücher, 2002.
- [2] A. Sedra and K. Smith. *Microelectronic Circuits*. Number v. 1 in Microelectronic Circuits. Oxford University Press, 1998.