

Projeto de Circuitos Lineares – 1º semestre 2010
 Apresentação no dia **30/06/2009** no laboratório de Eletrônica

Equipes		Projeto	Análises *	Apresentação
1)	Guilherme Sionek/Camilo	Layout AMPOP CMOS	A	7h30
2)	Marcio Schauz/Eliton Fuchs	Amplificador realimentado série-paralelo	B	8h00
3)	Luiza Beana	Amplificador realimentado paralelo-paralelo	B	8h30
4)		Amplificador realimentado série-série	B	
5)	Wilson Netto/Alexandre Linhares	Oscilador Colpitts 1 MHz	C	9h00
6)	André Gebran/Erica	Oscilador Hartley 2 MHz	C	9h30
7)		Oscilador a Cristal 3,57 MHz	C	
8)	Marcelo Sarquis/Guilherme Dalzotto	Oscilador em quadratura 5kHz com controle de amplitude	D	10h00
9)	Rodrigo Galina/Thiago Mansur	Oscilador por deslocamento de fase 10 kHz com controle de amplitude	D	10h30
10)		Filtro passa baixas de 4ª ordem Butterworth	E	
11)	Vilmar/Diogo Scheda	Filtro passa baixas de 4ª ordem Bessel	E	11h00
12)	Alexandre Gomes/André Eurípedes	Filtro passa faixa de 2ª ordem Butterworth	E	13h30
13)	Ernani/Sidnei	Filtro passa faixa de 2ª ordem Bessel	E	14h00
14)	Denis M. De Souza/Rafael Abisai	Filtro passa faixa de 2ª ordem Chebyshev	E	14h30
15)	Samir	Filtro rejeita faixa de 2ª ordem Q=5	E	15h00
16)		Filtro rejeita faixa de 2ª ordem Q=10	E	
17)	Marcos Cabral	Amplificador para fone de ouvido	B	15h30
18)			F	

***Análises a serem efetuadas:**

- A- Tensões e correntes de polarização DC; Ganho de tensão (diagrama de Bode com módulo e fase), impedância de entrada e impedância de saída em função da frequência para malha aberta e para realimentação série-paralelo com ganho unitário.
- B- Tensões e correntes de polarização DC; Ganho (diagrama de Bode com módulo e fase), impedância de entrada e impedância de saída em função da frequência para malha aberta e para a realimentação especificada.

- C- Frequência central de oscilação; variação da frequência central e da amplitude de saída com a fonte de alimentação ($\pm 20\%$); variação da da frequência central e da amplitude de saída com a impedância da carga ($\pm 20\%$); distorção harmônica total (THD).
- D- Frequência central de oscilação; variação da frequência central e da amplitude de saída com a fonte de alimentação ($\pm 20\%$); variação da amplitude de saída com a impedância da carga; distorção harmônica total (THD).
- E- Ganho de tensão (diagrama de Bode com módulo e fase) e impedância de entrada em função da frequência; frequência de corte/central medida em relação ao valor calculado;

Relatório:

Cada equipe deverá entregar um relatório do projeto no ato da apresentação, contendo no mínimo os seguintes tópicos:

1. Introdução (apresentação do circuito e breve descrição da sua função)
2. Desenvolvimento (topologia do circuito, explicação do funcionamento, análise teórica, cálculos efetuados no projeto, aproximações e/ou ajustes necessários)
3. Simulações numéricas (apresentar e comentar os valores e formas de ondas nos pontos principais, comparar com valores teóricos esperados)
4. Resultados práticos (apresentar medidas efetuadas e comparar com os valores teóricos e simulados, apresentar e comentar eventuais alterações no circuito original)
5. Conclusões
6. Bibliografia

Obs: Não é necessário relatório no caso da Apostila (trabalhos 16 e 17)

Orientações sobre cada trabalho:

- 1) **Layout AMPOP CMOS:** Definir a topologia e projetar o circuito de acordo com as especificações efetuando uma simulação prévia. Desenhar o *layout* usando um programa adequado (Microwind, Magic, etc). Efetuar uma nova simulação a partir do *layout*, considerando os transistores e elementos parasitas. A partir dos resultados da simulação ajustar a topologia e/ou dimensão dos transistores de modo a atingir as **especificações:** Ganho em malha aberta: $> 10^5$; Produto Ganho-banda passante: > 1 MHz; Impedância de saída: $< 100 \Omega$; estável para ganho unitário.
- 2) **Amplificador realimentado série-paralelo:** Definir a topologia (que deve conter pelo menos 3 estágios de amplificação) e projetar o circuito de acordo com as especificações. Efetuar uma simulação e ajustar a topologia e/ou valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário fazer ajustes necessários. **Especificações:** Ganho em malha fechada: 20; Produto Ganho-banda passante: > 10 MHz; Impedância de entrada: $> 10^5 \Omega$; Impedância de saída: $< 10 \Omega$; estável para o ganho especificado.
- 3) **Amplificador realimentado paralelo-paralelo:** Definir a topologia (que deve conter pelo menos 3 estágios de amplificação) e projetar o circuito de acordo com as especificações. Efetuar uma simulação e ajustar a topologia e/ou valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário fazer ajustes necessários. **Especificações:** Ganho em malha fechada: $> 10^3$

V/A; Produto Ganho-banda passante: > 10 MHz; Impedância de entrada: $< 100 \Omega$; Impedância de saída: $< 10 \Omega$; estável para o ganho especificado.

- 4) **Amplificador realimentado série-série:** Definir a topologia (que deve conter pelo menos 3 estágios de amplificação) e projetar o circuito de acordo com as especificações. Efetuar uma simulação e ajustar a topologia e/ou valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário fazer ajustes necessários. **Especificações:** Ganho em malha fechada: $> 10^3$ A/V; Produto Ganho-banda passante: > 10 MHz; Impedância de entrada: $> 10^5 \Omega$; Impedância de saída: $10^4 \Omega$; estável para ganho unitário.
- 5) **Oscilador Colpitts 1 MHz:** Definir a bobina a ser utilizada e efetuar medidas de indutância e resistência série na frequência de operação. Projetar os demais componentes do circuito e efetuar uma simulação. Ajustar os valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário efetuar os ajustes necessários. **Especificações:** Frequência de oscilação: $1 \text{ MHz} \pm 5\%$; Impedância da carga: 100Ω ; Amplitude de saída: $> 3 V_{\text{pico}}$; distorção harmônica total (THD) $< 10\%$.
- 6) **Oscilador Hartley 2 MHz:** Definir a bobina a ser utilizada e efetuar medidas de indutância e resistência série na frequência de operação. Projetar os demais componentes do circuito e efetuar uma simulação. Ajustar os valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário efetuar os ajustes necessários. **Especificações:** Frequência de oscilação: $2 \text{ MHz} \pm 5\%$; Impedância da carga: 100Ω ; Amplitude de saída: $> 3 V_{\text{pico}}$; distorção harmônica total (THD) $< 10\%$.
- 7) **Oscilador a Cristal 3,57 MHz:** Efetuar medidas no cristal para determinar os parâmetros do modelo elétrico equivalente. Projetar os demais componentes do circuito e efetuar uma simulação. Ajustar os valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário efetuar os ajustes necessários. **Especificações:** Frequência de oscilação: $3,57 \text{ MHz} \pm 0.1\%$; Impedância da carga: $1 \text{ k}\Omega$; Amplitude de saída: $> 1 V_{\text{pico}}$; distorção harmônica total (THD) $< 10\%$.
- 8) **Oscilador em quadratura 5 kHz com controle de amplitude:** Definir a topologia e projetar o circuito de acordo com as especificações. Efetuar uma simulação e ajustar a topologia e/ou valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário fazer ajustes necessários. **Especificações:** Frequência de oscilação: $5 \text{ kHz} \pm 5\%$; Impedância da carga: $1 \text{ k}\Omega$; Amplitude de saída: variável de 1 a $8 V_{\text{pico}}$; distorção harmônica total (THD) $< 2\%$.
- 9) **Filtro passa baixas de 4ª ordem Butterworth:** Definir a topologia e projetar o circuito de acordo com as especificações. Efetuar uma simulação e ajustar a topologia e/ou valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário fazer ajustes necessários. **Especificações:** Frequência de corte global: $5 \text{ kHz} \pm 5\%$; Ganho unitário na faixa de passagem; Impedância da carga: $1 \text{ k}\Omega$;
- 10) **Filtro passa baixas de 4ª ordem Bessel:** Definir a topologia e projetar o circuito de acordo com as especificações. Efetuar uma simulação e ajustar a topologia e/ou valores

dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário fazer ajustes necessários. **Especificações:** Frequência de corte global: $2 \text{ kHz} \pm 5\%$; Ganho unitário na faixa de passagem; Impedância da carga: $1 \text{ k}\Omega$;

- 11) **Filtro passa faixa de 2ª ordem Butterworth:** Definir a topologia e projetar o circuito de acordo com as especificações. Efetuar uma simulação e ajustar a topologia e/ou valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário fazer ajustes necessários. **Especificações:** Frequência de corte inferior: $1 \text{ kHz} \pm 5\%$; Frequência de corte superior: $5 \text{ kHz} \pm 5\%$; Ganho unitário na faixa de passagem; Impedância da carga: $1 \text{ k}\Omega$; Obs: Utilizar 1 passa-baixas em cascata com um passa-altas, cada um de 2ª ordem.
- 12) **Filtro passa faixa de 2ª ordem Bessel:** Definir a topologia e projetar o circuito de acordo com as especificações. Efetuar uma simulação e ajustar a topologia e/ou valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário fazer ajustes necessários. **Especificações:** Frequência de corte inferior: $2 \text{ kHz} \pm 5\%$; Frequência de corte superior: $10 \text{ kHz} \pm 5\%$; Ganho unitário na faixa de passagem; Impedância da carga: $1 \text{ k}\Omega$; Obs: Utilizar 1 passa-baixas em cascata com um passa-altas, cada um de 2ª ordem.
- 13) **Filtro passa faixa de 2ª ordem Chebyshev:** Definir a topologia e projetar o circuito de acordo com as especificações. Efetuar uma simulação e ajustar a topologia e/ou valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário fazer ajustes necessários. **Especificações:** Frequência de corte inferior: $500 \text{ Hz} \pm 5\%$; Frequência de corte superior: $2.5 \text{ kHz} \pm 5\%$; Ganho unitário na faixa de passagem; Impedância da carga: $1 \text{ k}\Omega$; Obs: Utilizar 1 passa-baixas em cascata com um passa-altas, cada um de 2ª ordem.
- 14) **Filtro rejeita faixa de 2ª ordem Q=5:** Definir a topologia e projetar o circuito de acordo com as especificações. Efetuar uma simulação e ajustar a topologia e/ou valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário fazer ajustes necessários. **Especificações:** Frequência central de rejeição: $60 \text{ Hz} \pm 1\%$; Ganho unitário na faixa de passagem; Impedância da carga: $1 \text{ k}\Omega$; Obs: Utilizar a topologia duplo T.
- 15) **Filtro rejeita faixa de 2ª ordem Q=10:** Definir a topologia e projetar o circuito de acordo com as especificações. Efetuar uma simulação e ajustar a topologia e/ou valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário fazer ajustes necessários. **Especificações:** Frequência central de rejeição: $180 \text{ Hz} \pm 2\%$; Ganho unitário na faixa de passagem; Impedância da carga: $1 \text{ k}\Omega$; Obs: Utilizar a topologia duplo T.
- 17) **Amplificador para fone de ouvido:** projetar o circuito de acordo com as especificações. Efetuar uma simulação e ajustar a topologia e/ou valores dos componentes de modo a atingir as especificações. Montar o circuito e verificar se atende às especificações, caso contrário fazer ajustes necessários.