

# **Física Experimental VI – 4300314**

**1º Semestre de 2017**

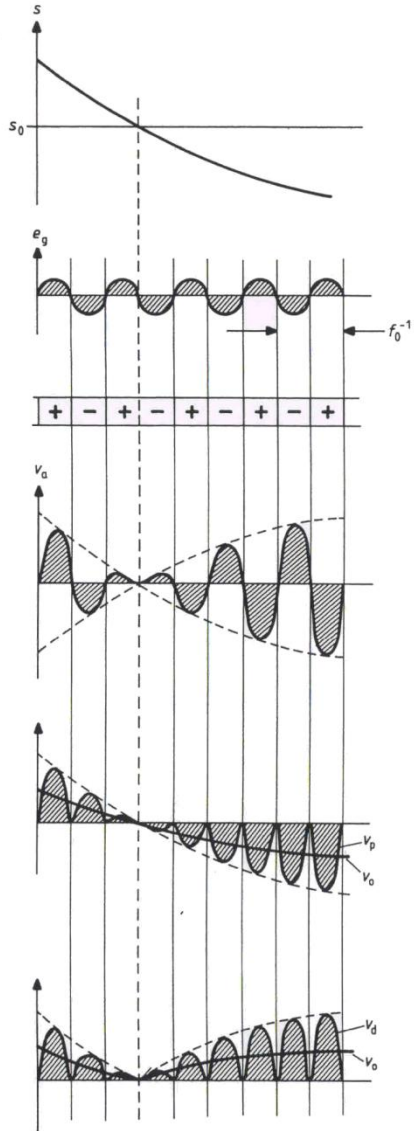
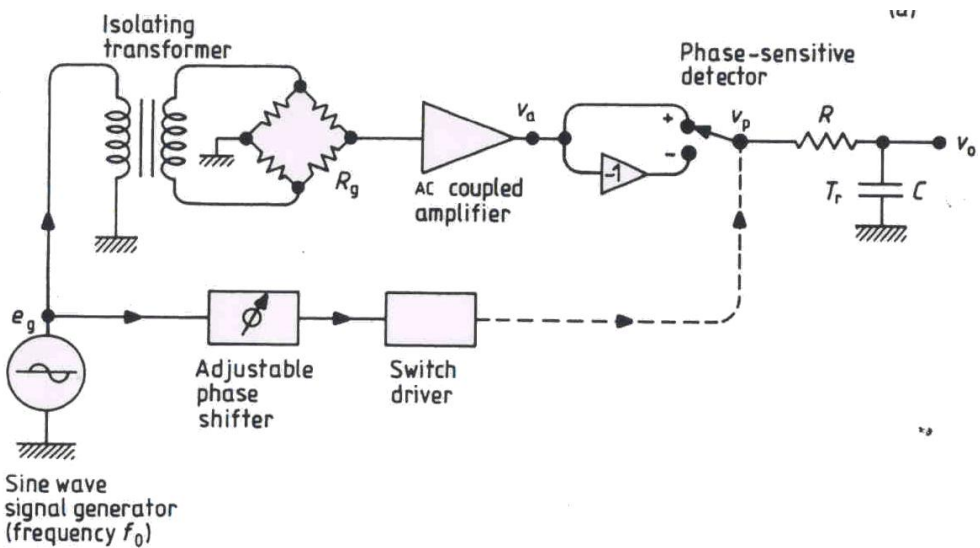
**Instituto de Física  
Universidade de São Paulo**

**Professor: Antonio Domingues dos Santos**

**E-mail: [adsantos@if.usp.br](mailto:adsantos@if.usp.br)**

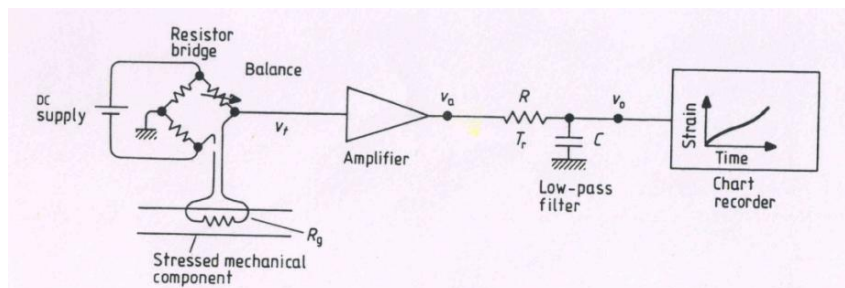
**Fone: 3091.6886**

# Métodos de Detecção Síncrona (ou Métodos de Detecção Sensíveis à fase)

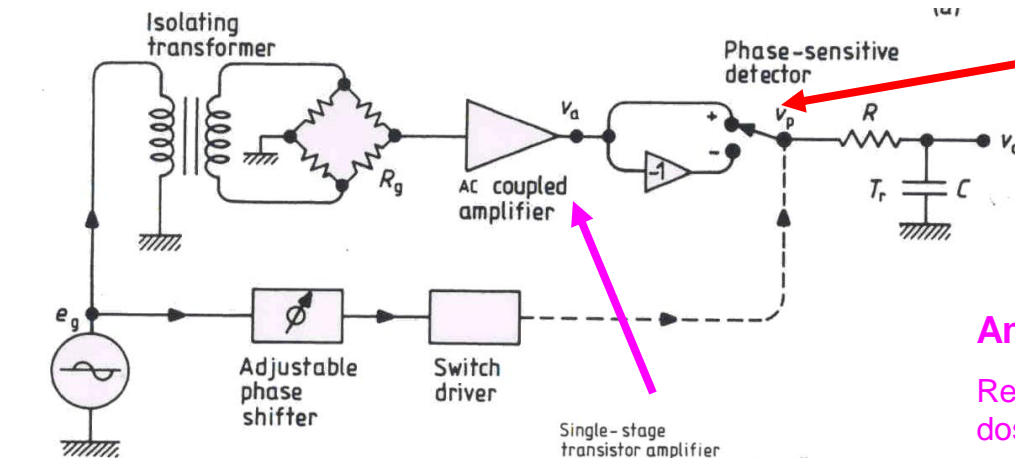


Necessariamente é um método de corrente alternada (AC).

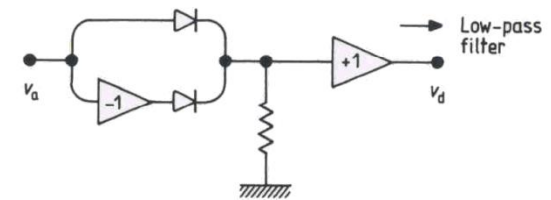
É necessário modular o “sinal” de interesse através de uma onda senoidal de alta frequência ( $f_0$ ).



# Métodos de Detecção Síncrona (ou Métodos de Detecção Sensíveis à fase)

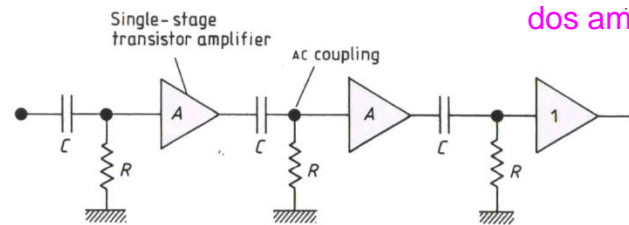


Retificador de onda completa

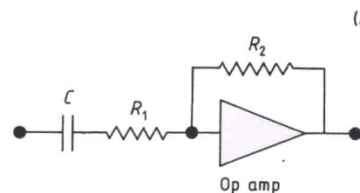
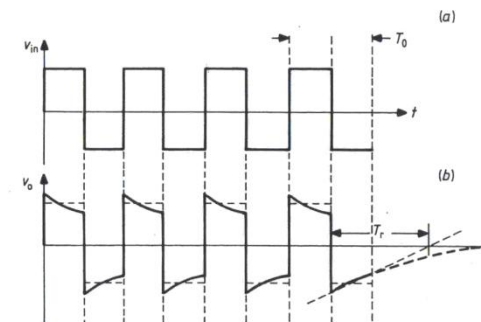
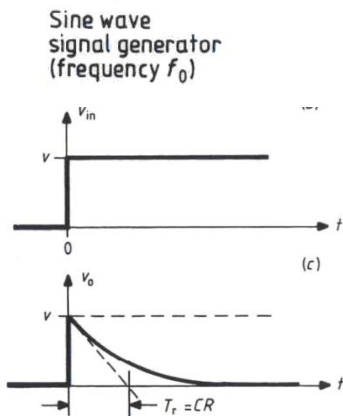


Amplificadores com acoplamento AC

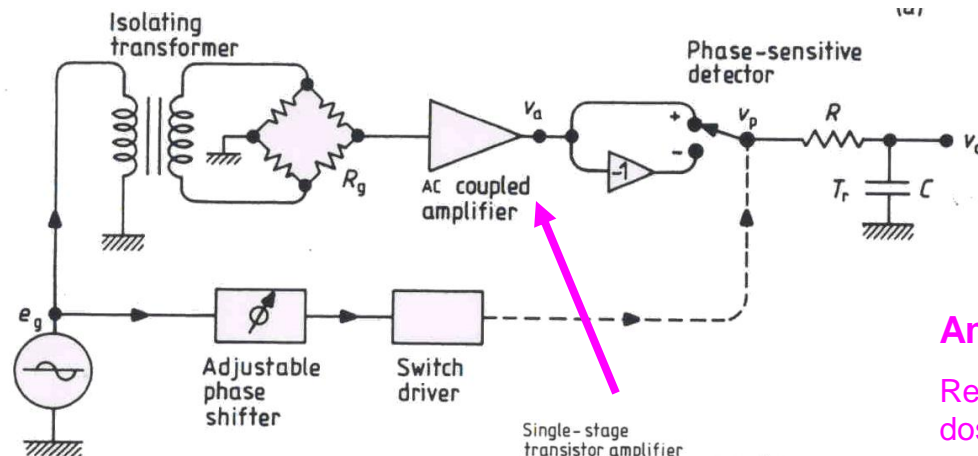
Removem derivas e deslocamentos de zero dos amplificadores



Deslocamento de zero

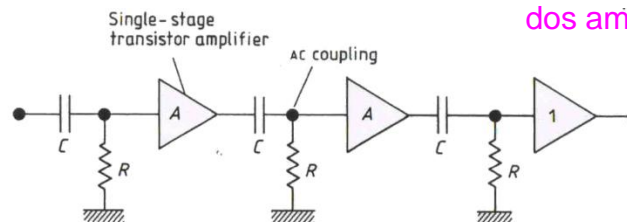


# Métodos de Detecção Síncrona (ou Métodos de Detecção Sensíveis à fase)



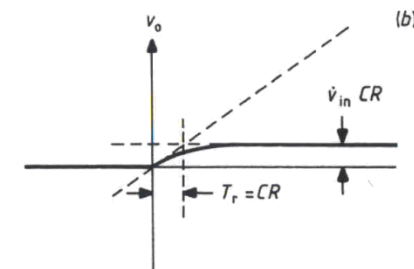
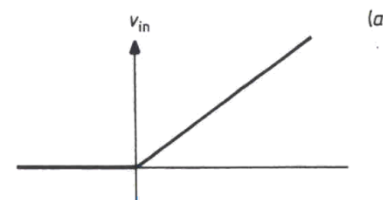
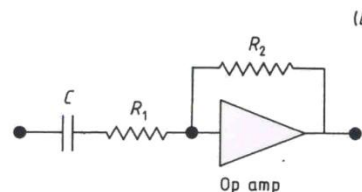
Amplificadores com acoplamento AC

Removem derivas e deslocamentos de zero dos amplificadores

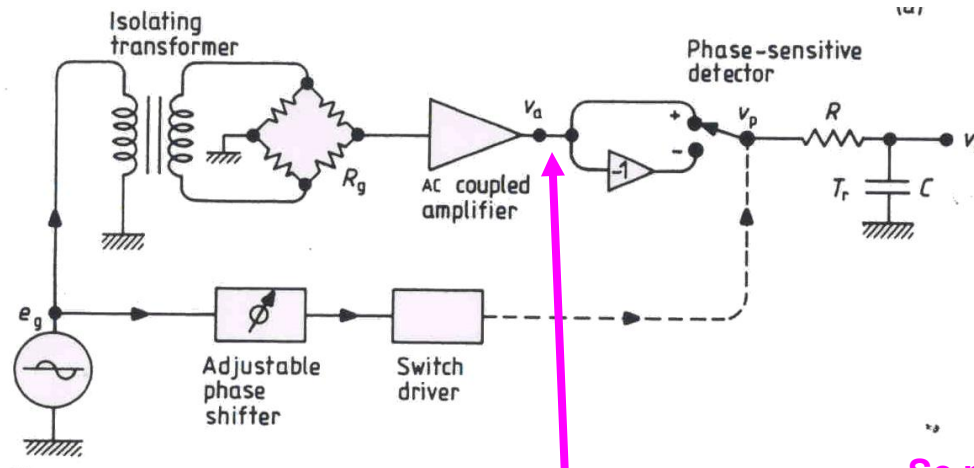


Deriva

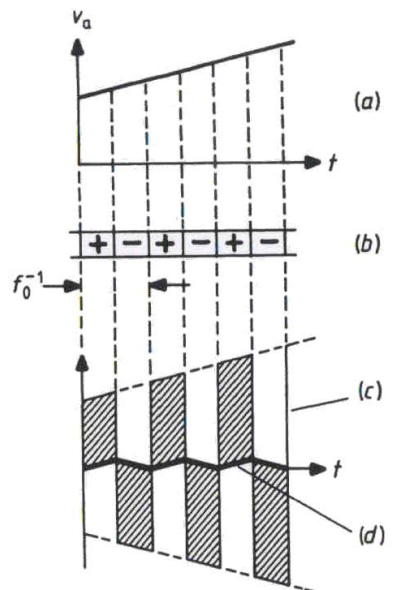
Necessita múltiplos estágios



# Métodos de Deteção Síncrona (ou Métodos de Deteção Sensíveis à fase)

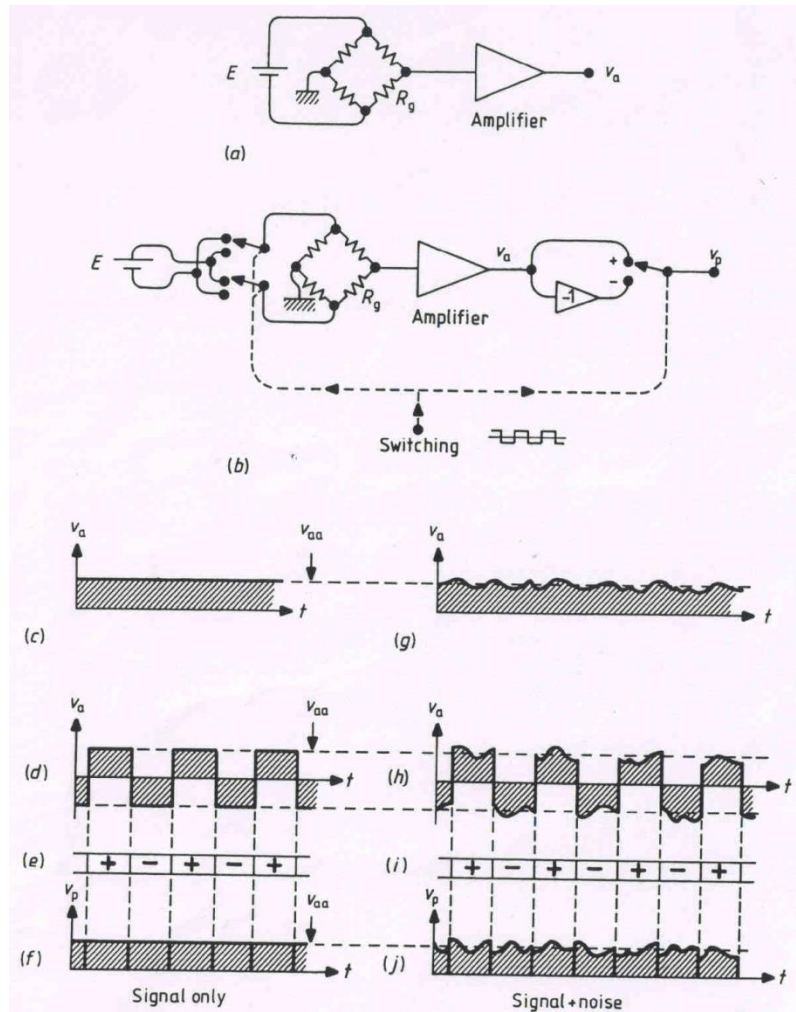


Se persistir uma deriva após os amplificadores AC, o sistema de deteção síncrona o remove.



# Métodos de Deteção Síncrona (ou Métodos de Deteção Sensíveis à fase)

## Ruído branco



Este método não afeta o ruído branco

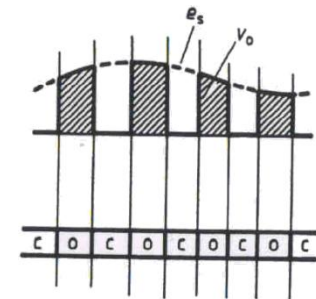
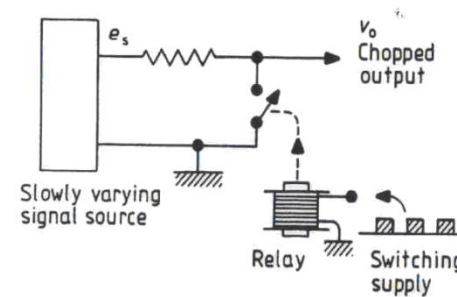
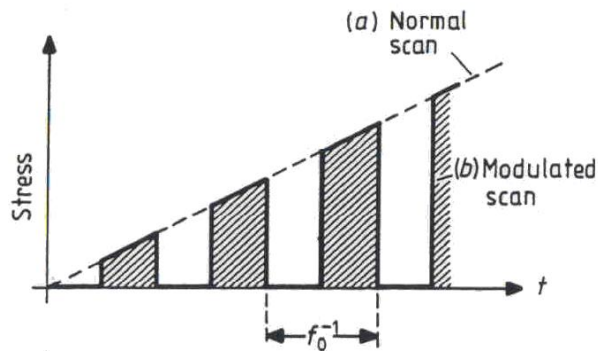
## Métodos de Detecção Síncrona (ou Métodos de Detecção Sensíveis à fase)

Solução alternativa:

Modulando o fenômeno físico

(a tensão aplicada)

### Moduladores (choppers)

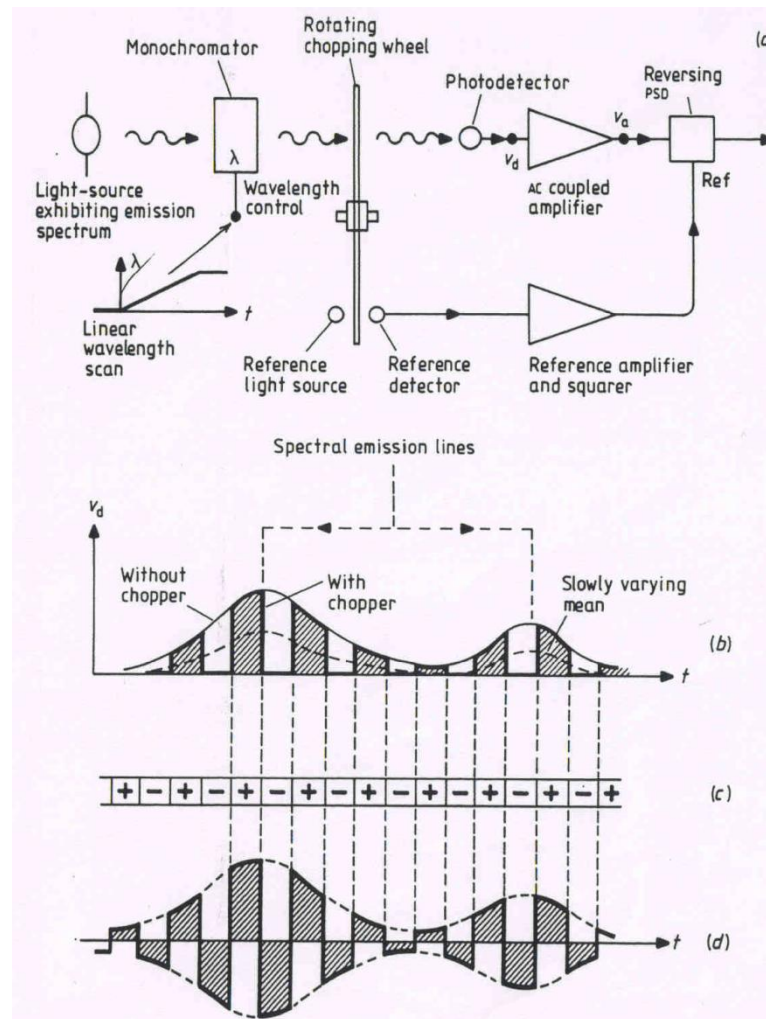


Rejeita-se as derivas e deslocamentos dos sensores e amplificadores.

## Métodos de Deteção Síncrona (ou Métodos de Deteção Sensíveis à fase)

Utilização de  
moduladores  
óticos

Espectrômetro ótico



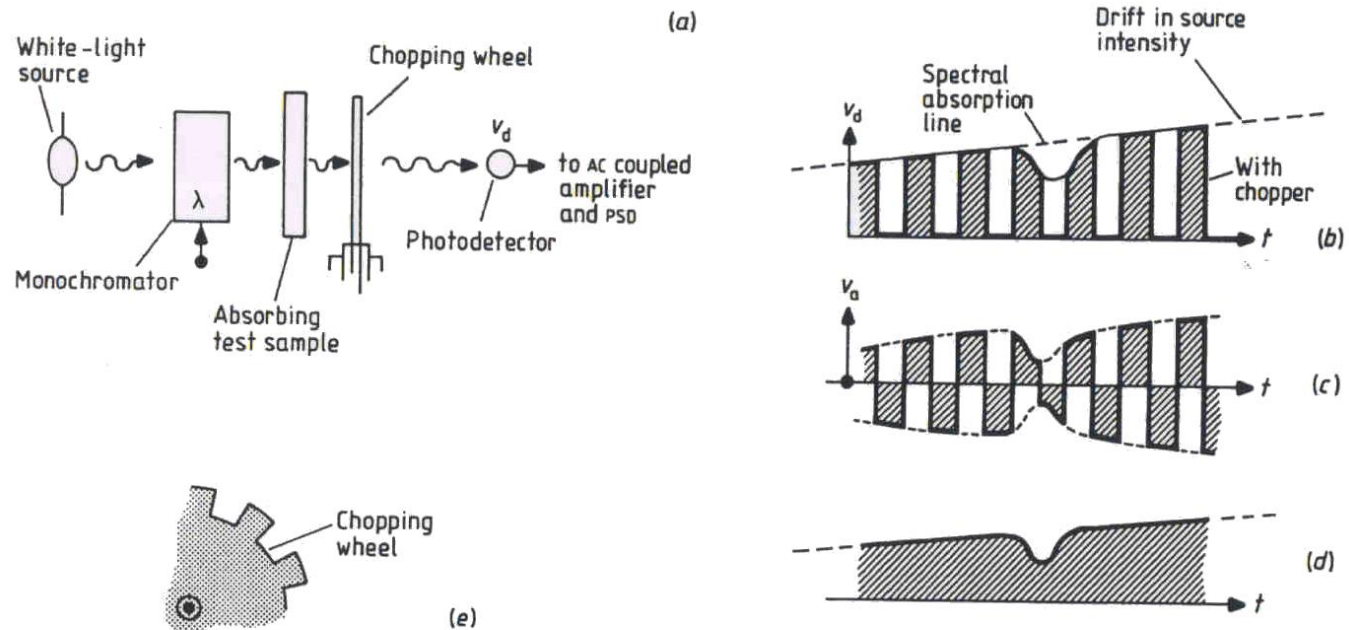


# Métodos de Detecção Síncrona (ou Métodos de Detecção Sensíveis à fase)

## Utilização de moduladores óticos

## Espectrômetro ótico

## Com deriva na fonte de luz

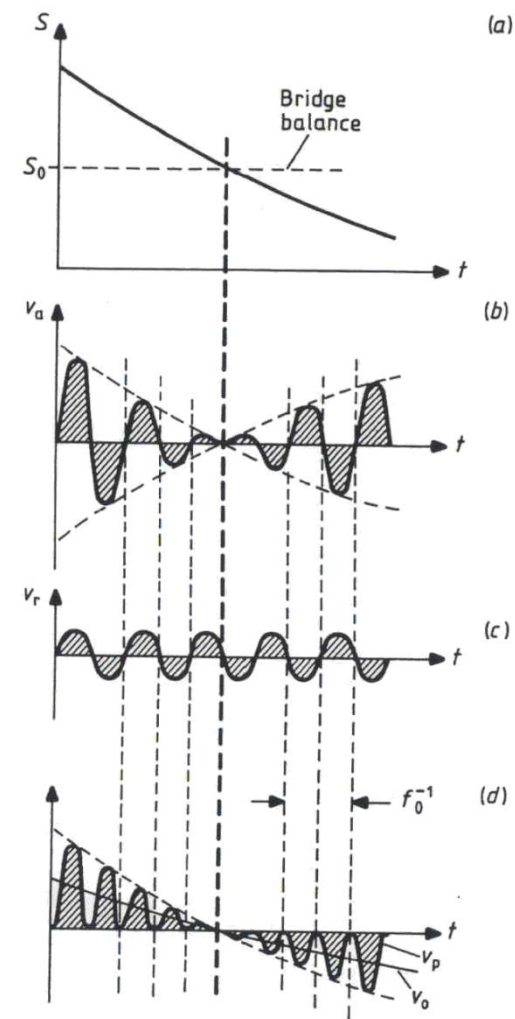
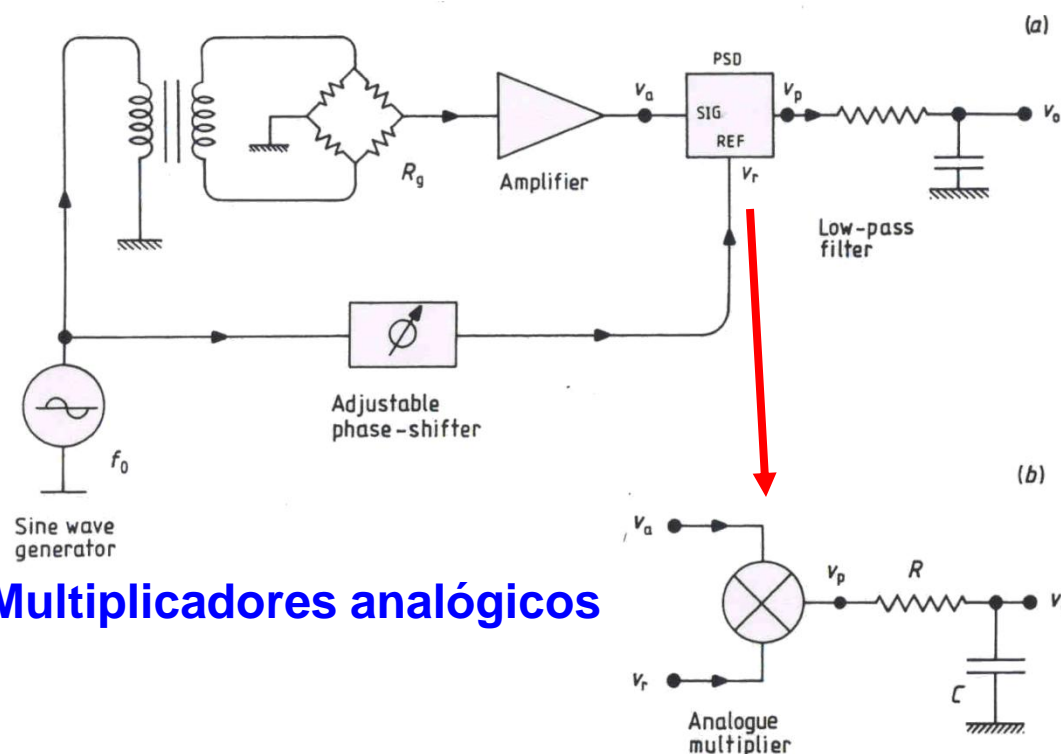


**Figure 3.12** Use of chopping wheel in absorption spectroscopy, showing how drift in intensity of light source remains. (a) System diagram, (b) photodetector output, (c) output of AC coupled amplifier, (d) output of low-pass filter following PSD, (e) chopping wheel.

# Métodos de Detecção Síncrona (ou Métodos de Detecção Sensíveis à fase)

Multiplicadores analógicos

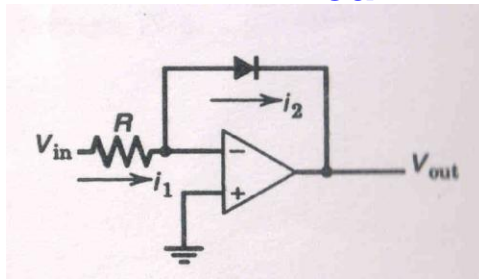
“Lock-in Amplifiers” Comerciais  
Analógicos e Digitais



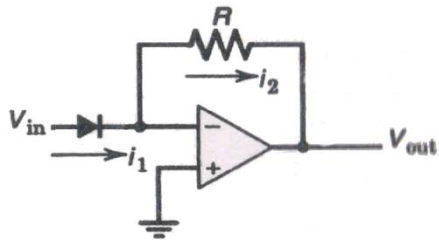
# Alguns usos de Amplificadores Operacionais

Idealmente: ( $A = \infty$  ,  $i_i = 0$ )

## Amplificador não linear

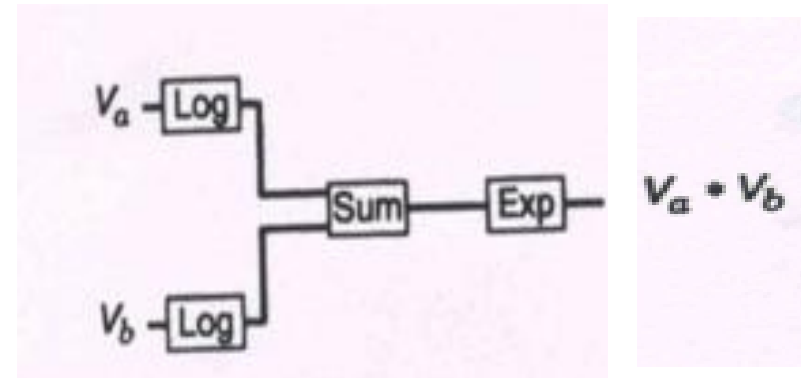


$$V_{out} = \alpha \ln\left(\frac{V_{in}}{RB}\right)$$



$$V_{out} = RB \exp\left(\frac{V_i}{\alpha}\right)$$

?

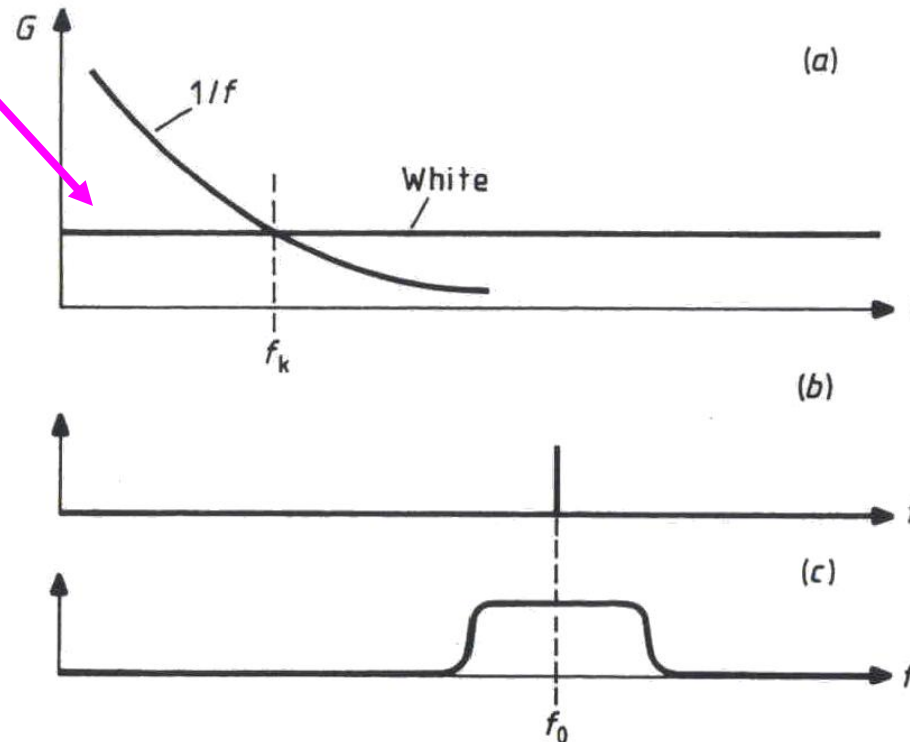


**Multiplicador !!!**

# Métodos de Detecção Síncrona (ou Métodos de Detecção Sensíveis à fase)

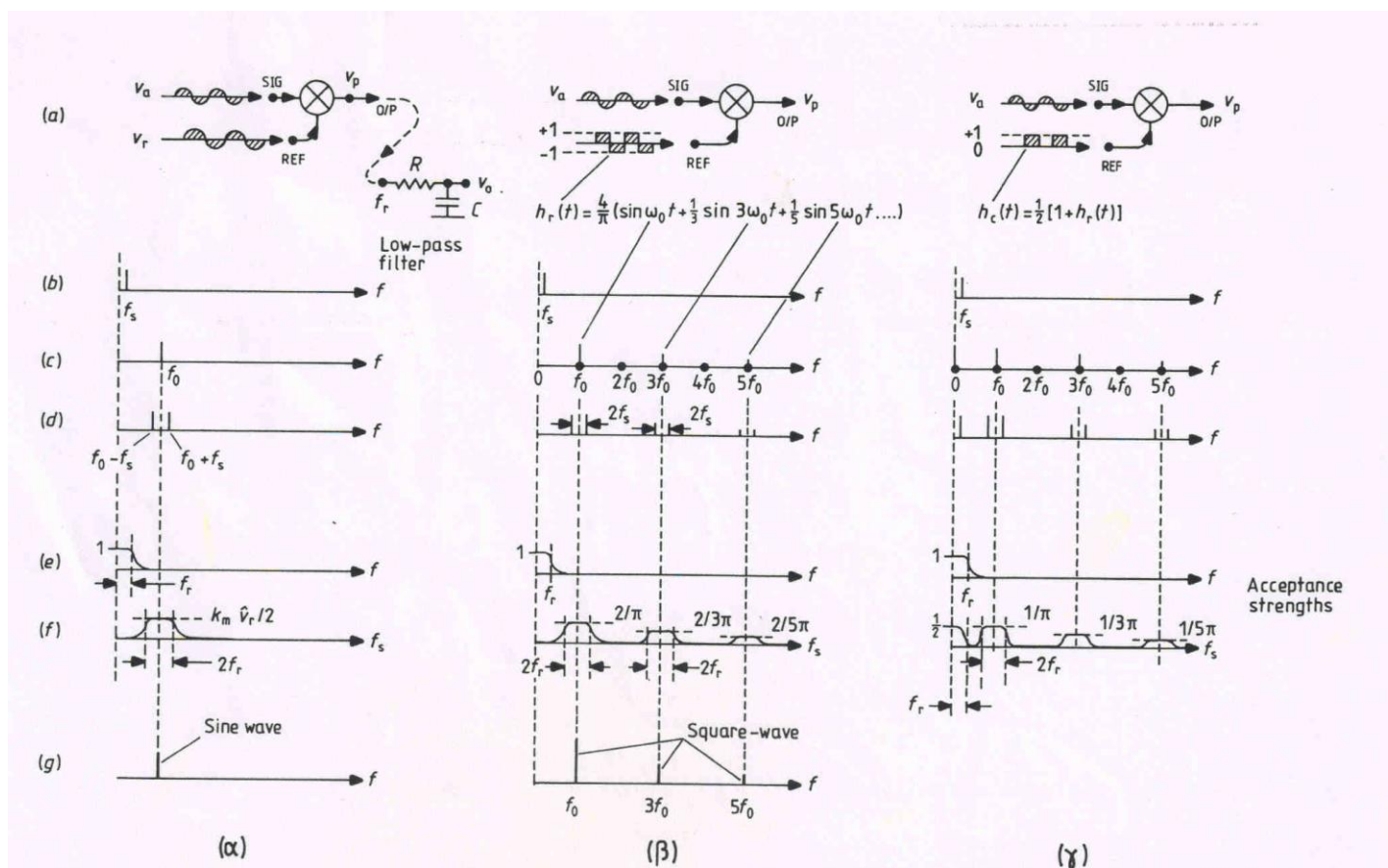
## Resposta Espectral

+ derivas e deslocamentos



# Métodos de Detecção Síncrona (ou Métodos de Detecção Sensíveis à fase)

## Resposta Espectral



**Figure 7.4** Diagram used in the calculation of the input acceptance patterns for the analogue multiplier (α), reversing (β) and chopping (γ) PSD circuits. (a) PSD, (b)–(d) spectra for  $v_a$ ,  $v_r$  and  $v_p$ , (e) frequency response of low-pass filter, (f) input acceptances, (g) spectrum of required signal. See text for further details.

Fonte de alimentação

Canal de referência  
(sincronismo)

Comandos de  
controle

Comandos de  
controle

Filtro passa-banda

Demodulador  
(multiplicador)

Filtro passa-baixas

Pré-amplificador  
de sinal

Entrada  
de sinal

Pré-amplificador  
diferencial

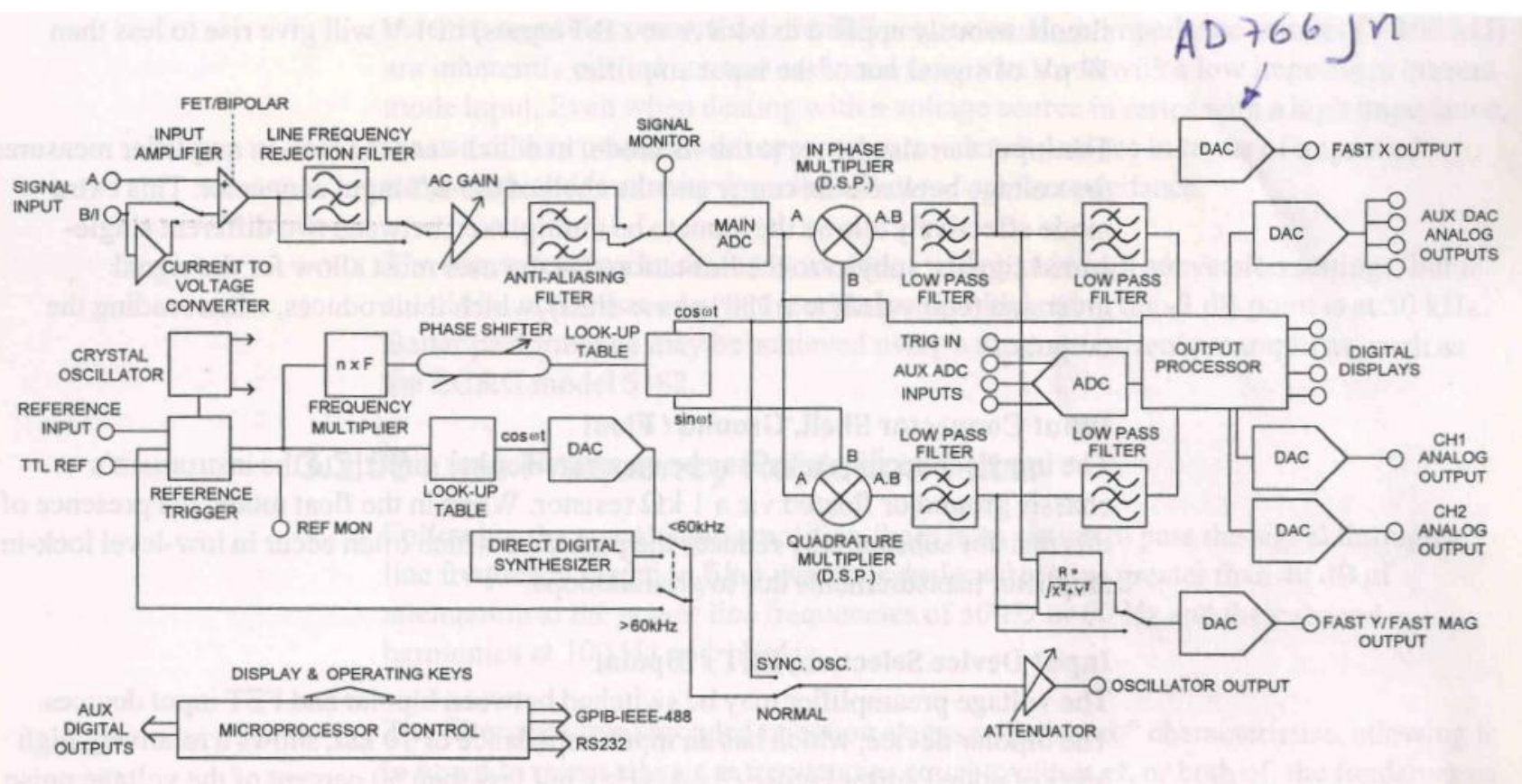
Filtro de 60 ou 120 Hz

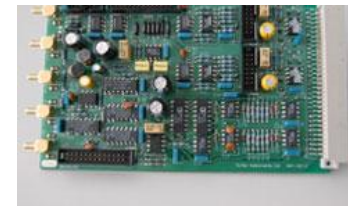
Detetor de  
sobrecarga

Título		
Amplificador "Lento" (20kHz-500)		
Rev.	Elaborado	Rev.
A/1	LEONARDO	1
Data	1988	Projeto
Projeto	1988	Projeto

# Métodos de Detecção Síncrona (ou Métodos de Detecção Sensíveis à fase)

## “Lock-in Amplifiers” Comerciais - Digitais

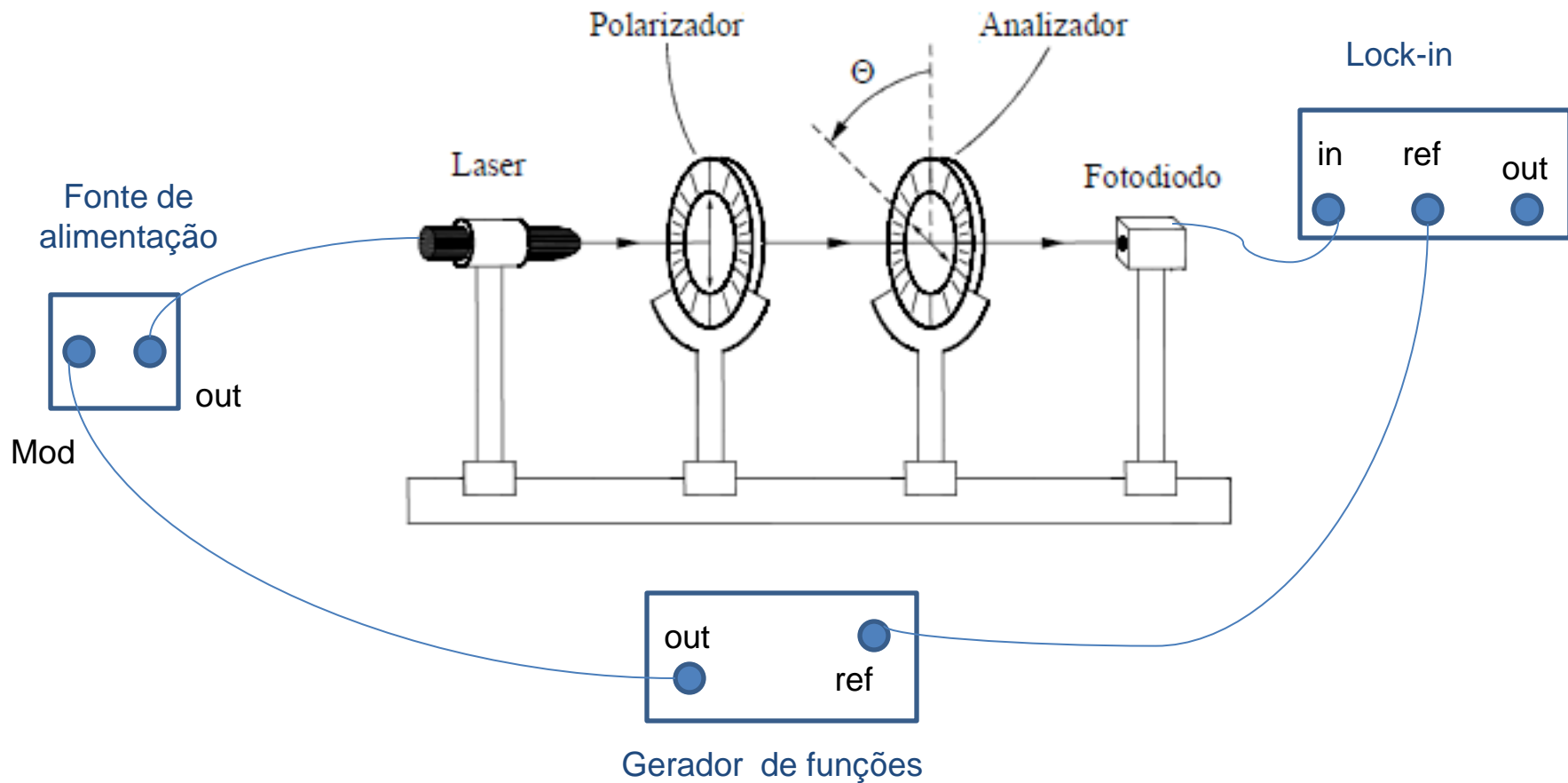






# Montagem experimental com Lock-in Amplifier (detecção síncrona)

## Lei de Malus



### 3) Elaboração dos Projetos

- **Título e Proponentes**
- **Resumo**
- **Introdução e motivação**  
(relevância e estado da arte no tema, vantagens/desvantagens, ...  
( O que fazer? Porquê fazer? Como fazer? ) )
- **Justificativa tecnico-científica**  
(facilidade de operação, melhores resultados, flexibilidade, ...)
- **Detalhamento do projeto**
- **Orçamento**