

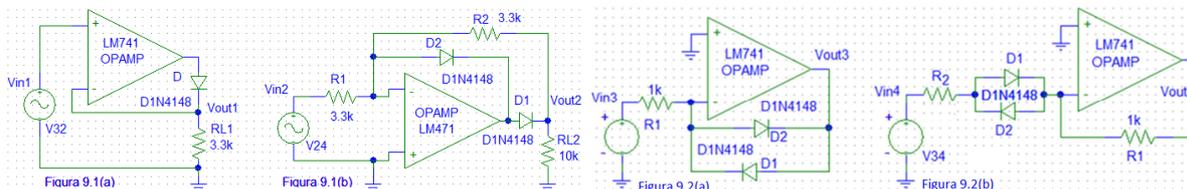
## Prática n.º 9: Circuitos não lineares com AmpOps Retificadores de Precisão e Amplificadores Logarítmico e Exponencial

[Faça o estudo dos circuitos (cálculos e/ou simulações) antes da aula]

(Ver apontamentos sobre circuitos com AmpOps)

### 1. Preparação prévia:

- Considere os circuitos retificadores de precisão das Figs. 9.1(a) (“super-díodo”) e 9.1(b), e assuma que os AmpOp são ideais. i) Faça o estudo dos circuitos. ii) Indique quais as funções realizadas pelos circuitos (retificação de onda completa, de meia-onda, se há inversão do sinal da entrada, etc.). iii) Deduza a nova função desempenhada pelo circuito da Fig. 9.1(a) quando se inverte o sentido do díodo.
- Considere o circuito amplificador logarítmico da Fig. 9.2(a). Trocando os díodos de posição com a resistência  $R_1$  obtém-se o circuito amplificador exponencial, Fig. 9.2(b) (também denominado anti-logarítmico). Os circuitos representados na Fig. 9.2 são exemplos académicos de circuitos capazes de comprimir ou expandir a gama dinâmica dos sinais (nesta forma simples os circuitos representados não devem ser utilizado na prática essencialmente porque as características dos díodos são muito dependentes da temperatura e à dispersão inerente que resulta do seu processo de fabrico). Deduza a relação  $V_{OUT} \propto \log V_{IN}$ , tendo presente que a corrente no díodo em condução é  $I_D \cong I_S \exp(gV_D)$ , onde  $g$  é um fator multiplicativo. Para o circuito da Fig. 9.2(b) deduza a relação  $V_{OUT} \propto \exp(\alpha V_{IN})$ , onde  $\alpha$  é um fator multiplicativo.



Retificadores de precisão.

Amplificadores logarítmico e exponencial.

### 2. Execução experimental:

- Implemente um dos circuitos da Fig. 9.1. Verifique qual a função realizada pelo circuito. Desenhe o que observa quando na entrada aplica um sinal sinusoidal com amplitude entre 2 V e 3 V, e frequência entre 200 Hz e 300 Hz. Aumente a frequência do sinal aplicado e determine a frequência máxima de funcionamento do circuito.
- Monte o amplificador logarítmico, Fig. 9.2(a). Nestas montagens deverão ser utilizados, sempre que possível, AmpOps de boa qualidade (e.g. LF356, TL082, LF411, OPA131, AD8047, etc...). Contudo, utilizaremos o LM741 ou o OPA551. Ter em atenção que apenas um dos díodos estará a conduzir: quando  $V_{IN} > 0$  conduz D2; quando  $V_{IN} < 0$  conduz D1. Meça  $V_{OUT}$  para  $V_{IN}$  igual a -5 V, -1 V, -0,1 V, 0,1 V, 1 V, e 5 V, e verifique que  $V_{OUT} \propto \log V_{IN}$ .
- Monte o amplificador exponencial, Fig. 9.2(b): considere a montagem anterior e troque a posição da resistência e dos díodos. **Atenção:** tem de aplicar  $V_{IN}$  “indiretamente”, inserindo entre o gerador e a entrada  $V_{IN}$  uma resistência  $R_2$ . (Se ligar a fonte de tensão diretamente a  $V_{IN}$  pode “fundir” os díodos.) Faça a experiência considerando  $R_2 = 100 \Omega$  e  $R_2 = 500 \Omega$ . Meça  $V_{IN}$  e  $V_{OUT}$  com o voltímetro, e verifique que  $V_{OUT} \propto \exp(V_{IN})$ .