

## **Protocolo provisório do trabalho sobre a determinação das características eléctricas de uma junção PN e sua variação com a temperatura.**

### **Objectivo do trabalho**

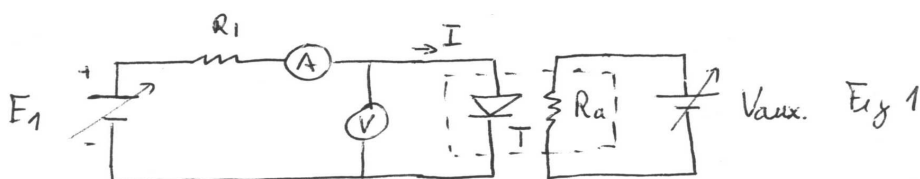
Determinação da característica corrente tensão  $I(V)$  numa junção PN e sua variação com a temperatura. Determinação de características da junção.

### **Descrição do equipamento e métodos a utilizar**

No estudo da junção PN iremos utilizar uma junção de silício que constitui um diodo comercial 1n5332. Este diodo estará em contacto térmico com um conjunto de resistências de aquecimento que permitirão alterar a temperatura de funcionamento da Junção. Na determinação da relação  $I(V)$  da junção, será utilizada uma fonte de tensão em série com uma resistência de limitação de corrente. A corrente que percorre a junção assim como a diferença de potencial aos seus terminais são medidas respectivamente por um amperímetro e um voltímetro. As resistências de aquecimento são alimentadas por uma fonte auxiliar de 0 a 30V. A temperatura da caixa que encerra a junção é medida com um termómetro digital.

### **Execução**

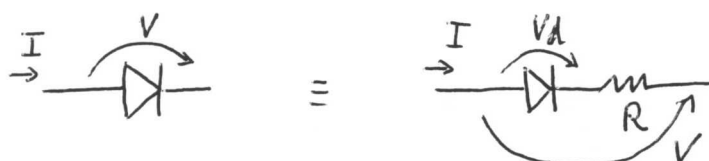
Monte o circuito indicado na figura 1). Mantenha a fonte auxiliar que controla o aquecimento do sistema com  $V=0V$  de modo a que a temperatura da junção seja a temperatura ambiente. Com  $R_1$  inicialmente em  $100K\Omega$ , varie a tensão da fonte  $E_1$  de modo a que a junção seja percorrida por corrente  $I$  com os seguintes valores:  $10\mu A$  a  $100\mu A$  em passos de  $20\mu A$ ; altere de seguida  $R_1$  para  $20K\Omega$  e varie  $E_1$  de modo a variar a corrente de  $100\mu A$  a  $1000\mu A$  em passos de  $200\mu A$ ; altere de novo  $R_1$  para  $1K\Omega$  e force a variação da corrente entre  $1mA$  e  $20mA$  em passos de  $4mA$ ; altere de novo  $R_1$  para  $200\Omega$  e force a variação da corrente entre  $20mA$  e  $100mA$  em passos de  $20mA$ . sempre que variar a resistência  $R_1$  terá também de alterar as escalas do voltímetro e do amperímetro. Ao longo do processo de medição verifique se a temperatura da caixa do diodo permanece constante. Aplique uma tensão de  $9V$  às resistências de aquecimento usando a fonte auxiliar. Aguarde até que a temperatura da caixa do diodo atinja o equilíbrio e repita todo o ciclo de medidas indicado anteriormente. Repita para as tensões na fonte auxiliar de  $12.6V$ ,  $15.5V$ ,  $17.9V$  e  $20V$ .



### Análise dos resultados

Represente graficamente a relação  $V(I)$  para as diferentes temperaturas da junção.

I- Considere em primeiro lugar o modelo mais simples para o funcionamento da junção PN em que a corrente  $I$  é dada por  $I = I_s (e^{(qV_d/(KT\eta))} - 1)$ .



Execute um ajuste numérico dos dados obtidos  $V(I)$  à relação  $V = R I + b \ln(I) + c$  que decorre do modelo anterior em que  $b = \eta K T/q$ ,  $c = -\eta (K T/q) \ln(I_s)$  e  $R$  é a resistência da parte neutra dos semicondutores, para cada uma das 5 temperaturas estudadas. Represente graficamente  $R(T)$ ,  $b(T)$  e  $c(T)$ . Compare os resultados obtidos para  $b(T)$  e  $c(T)$  com as previsões teóricas dadas por  $b(T) = \eta K T/q$  e  $c(T) = -\eta K T/q \ln(I_s)$  em que  $I_s \propto T^3 e^{-E_g/(KT)}$ .

II- Considere agora o modelo mais elaborado do comportamento da junção de silício em que a corrente  $I$  é dada por  $I = I_s (e^{(qV_d/(KT))} - 1) + I_R e^{qV_d/(2KT)}$ .

Execute um ajuste numérico dos dados obtidos  $V(I)$  à relação  $V = RI + 2(KT/q) \ln\{ [(I_r/(2I_s))^2 + I/I_s + 1]^{1/2} - I_r/(2I_s) \}$  que decorre do modelo anterior em que  $R$  é a resistência da parte neutra dos semicondutores para cada uma das 5 temperaturas estudadas. Represente graficamente  $R(T)$ ,  $I_s(T)$  e  $I_r(T)$  e efectue ajustes de  $I_s(T)$  e  $I_r(T)$  às expressões teóricas dadas por  $I_s \propto T^3 e^{-E_g/(KT)}$  e  $I_r \propto T^{5/2} e^{-E_g/(2KT)}$ . Calcule  $E_g$ .

Discuta o comportamento dos dois modelos na simulação dos resultados experimentais.