

Nome: _____ nº _____ Turma PL _____

Nome: _____ nº _____ Grupo : _____

Nome: _____ nº _____ Data: ____/____/2019

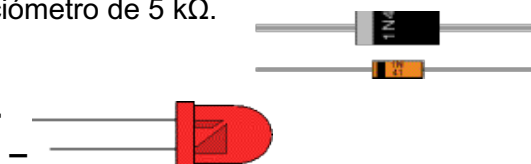
Lab #3 – Curvas características I-V dos díodos de sinal, LED e Zener

Notas MUITO importantes:

1. Faça o registo dos valores medidos *respeitando os algarismos significativos* (a.s.) da leitura dos aparelhos. Nos multímetros escolha sempre a escala que dá mais a.s.
2. Inclua sempre as unidades de cada valor medido ou resultado calculado.
3. Ao fazer os cálculos apresente os resultados finais respeitando os algarismos significativos.
4. O Voltímetro deve ser colocado em paralelo com as resistências, e o Amperímetro colocado em série no circuito onde se quer medir a intensidade de corrente elétrica.
5. Use sempre o mesmo amperímetro (que meça μA) em todas as experiências, pois irá determinar a sua resistência interna R_{iA} e usá-la posteriormente. Os Voltímetros têm resistência $R_{iV} = 10\text{ M}\Omega$.
6. As tabelas com dados experimentais, cálculos e resultados daí obtidos incluindo os gráficos, são todos feitos na folha de cálculo. Devem ser apenas a este relatório/protocolo.

Equipamento necessário:

- Fonte de tensão contínua regulável, com painel de ligações tipo breadboard.
- 2 multímetros digitais *em modo DC* e um potenciômetro de $5\text{ k}\Omega$.
- Resistências óhmicas: 470Ω , 680Ω e $1,5\text{ k}\Omega$.
- Díodos de sinal 1N4148 e Zener BZX85-C5V6.
- Light Emitting Diode (LED) VERMELHO.



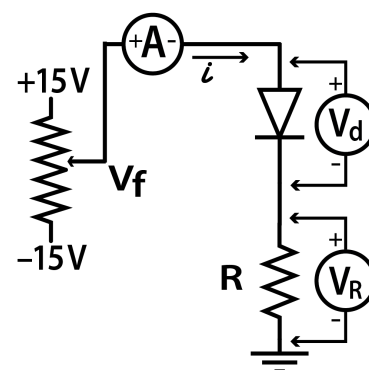
Objetivos

- Estudar as curvas características I-V dos díodos de sinal, LED, Zener e suas aplicações.
- Distinção entre regime linear e não linear de um diodo: a resistência dinâmica.
- Tratamento e análise dos dados experimentais recorrendo a folha de cálculo.

Experiência 1 – Curva Característica I-V do Diodo de sinal 1N4148

1. No circuito esquematizado na figura 1 o diodo de sinal é do tipo 1N4148 e V_f é a tensão proveniente do potenciômetro ligado à fonte da fonte de tensão. A resistência tem valor nominal $R = 470\Omega$.
2. Meça R com o ohmímetro e registre o seu valor:

Figura 1



3. Monte o circuito da Fig.1 com o Amperímetro em série.
4. Use os seguintes procedimentos na aquisição de dados: para cada valor escolhido em V_f registre as grandezas físicas V_f (V), V_R (V), V_d (V) e i (A). A intensidade i não deve exceder $\approx 30\text{ mA}$.

NOTAS – Na folha de cálculo construa uma tabela com valores ordenados de V_f .
– Com o potenciômetro varie V_f de modo que a tensão no diodo

- a. V_d tome valores espaçados de $\approx 1,0\text{V}$ no intervalo $-5,0\text{V} \leq V_d < 0,0\text{V}$
- b. V_d tome valores espaçados de $\approx 0,1\text{V}$ no intervalo $0,0\text{V} < V_d \leq 0,5\text{V}$
- c. V_d tome valores espaçados de $\approx 0,04\text{V}$ no intervalo $0,5\text{V} < V_d \leq 0,78\text{V}$

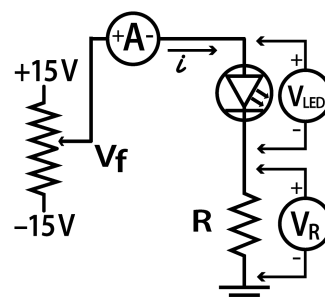
5. Para os valores com $i > 0$ calcule $(V_f - V_d - V_R)/i$ e *justifique* o que representa (lei das malhas). Destes resultados calcule e registre aqui a resistência interna do amperímetro $R_{iA} \pm \Delta R$ em Ω , nas escalas usadas. Rejeite valores muito díspares à média e anote o número de medições usadas.

6. Recorrendo à folha de cálculo represente graficamente o conjunto dos N valores obtidos $(V_d, i) = (X, Y)$ no intervalo $V_d \in [+0,35V; +0,77V]$. Faça um ajuste aos dados experimentais e verifique que tipo de função é adequada para descrever a curva obtida. Discuta se o comportamento do diodo pode ser descrito por uma lei de Ohm simples.

7. Com os valores medidos de V_d calcule a grandeza $Y_n = \frac{V_{d,n}}{i_n}$. *Justifique o que representa* e faça o gráfico Y_n vs. $(X_n = i_n \text{ mA})$ para $X > 0,4$. Ajuste uma curva do tipo $a \cdot x^b$ e registre aqui os seus valores, além das unidades das grandezas físicas X e Y. Interprete o gráfico.

Experiência 2 – Curva Característica I-V de um Light Emitting Diode

- Para medir a curva característica $Y = i(A)$ vs $X = V_{LED} (V)$ de um LED, use o mesmo circuito da experiência anterior. Porém, substitua o diodo 1N4148 pelo LED de cor vermelha, prestando atenção à polarização.
- No circuito usado, V_f é a ddp proveniente do potenciômetro ligado à fonte e a resistência de valor nominal $R = 680 \text{ k}\Omega$. Meça R e registre o seu valor $\pm \Delta R$ leitura:
- Siga o mesmo procedimento anteriormente usado: para cada valor escolhido de V_f registre as grandezas físicas $V_f (V)$, $V_{LED}(V)$ e $i (A)$.



NOTAS: - A intensidade da corrente i não deve exceder $\approx 20 \text{ mA}$.

- Numa folha de cálculo construa uma tabela com os valores ordenados segundo V_f .

- Varie V_{LED} entre $[-4,0V ; +1,45V]$ de modo a ficar com valores espaçados de $\approx 0,5V$.
- Varie V_{LED} entre $[+1,45V ; +1,80V]$ de modo a ficar com valores espaçados de $\approx 0,05 V$.

4. Para os N_m valores medidos que têm $i \geq +3$ mA calcule o valor $X = \frac{V_f - V_{LED}}{i} - R_{iA}$ e *justifique o que representa*. Calcule o valor médio \bar{X} , o desvio padrão σ_X e o erro da média $\varepsilon_m = \sigma_X / \sqrt{N_m}$. Compare $\bar{X} \pm \varepsilon_m$ com o valor de $R \pm \Delta R$ medido com o ohmímetro. Retire conclusões destes resultados.

5. Recorrendo à folha de cálculo represente graficamente no intervalo $[-4,0V; +1,8V]$ o conjunto dos N valores obtidos para o LED (V_{LED}, i) = (X,Y). Que tipo de comportamento genérico tem o LED: de resistência óhmica ou de díodo? Justifique.

6. Represente graficamente o conjunto dos valores medidos (V_{LED}, i) = (X,Y) que têm $i \geq 3$ mA. Faça um ajuste aos dados experimentais e verifique que tipo de função é mais adequada para descrever a curva obtida. Se a função for polinomial verifique qual é a menor ordem que ainda faz um ótimo ajuste. Registe aqui a função, os parâmetros da mesma e as unidades das grandezas.

7. Que tipo de comportamento tem o LED neste regime de ddp ($i \geq 3$ mA): de resistência óhmica ou de díodo? Justifique. Se for de resistência óhmica calcule o seu valor em Ω .

Experiência 3 – Curva Característica I-V de um diodo Zener

1. Repare no circuito representado na Figura 2 onde $R_1 = 470 \, \Omega$ e $R_2 = 1,5 \, k\Omega$. Note que o Zener C5V6 está em paralelo com R_2 . Preste muita atenção à polarização inversa do diodo Zener.
2. Meça os valores de R_1 e R_2 com o ohmímetro.
3. Monte o circuito representado na figura ao lado. Preste atenção à colocação do amperímetro: apenas em série com o Zener.
4. Siga o mesmo procedimento anteriormente usado. Para cada valor escolhido de V_f registre as cinco grandezas físicas V_f (V), V_{R1} (V), V_{R2} (V), V_Z (V) e i_Z (A).

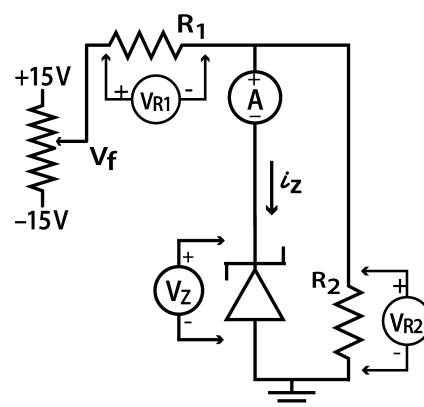


Figura 2

5. Mantenha sempre as pontas de prova dos multímetros nos sentidos de polarização indicados na Figura 2.

Para obter a curva característica completa do Zener com pontos experimentais bem distribuídos, deve variar a tensão V_f do potenciômetro de modo a que V_Z vá tomando valores entre:

- a. Para $-0,80 \, \text{V} \leq V_Z < -0,6 \, \text{V}$ escolha valores que fiquem espaçados de $\approx 0,04 \, \text{V}$.
- b. Para $-0,60 \, \text{V} \leq V_Z < +0,0 \, \text{V}$ escolha valores que fiquem espaçados de $\approx 0,20 \, \text{V}$.
- c. Para $+0,0 \, \text{V} < V_Z \leq +5,0 \, \text{V}$ escolha valores que fiquem espaçados de $\approx 0,5 \, \text{V}$.
- d. Para $+5,05 \, \text{V} < V_Z \leq +5,65 \, \text{V}$ escolha valores que fiquem espaçados de $\approx 0,05 \, \text{V}$.

6. Numa folha de cálculo ordene os N valores medidos segundo V_f crescente. Calcule as grandezas $\frac{V_{R2}}{R_2} + i_Z$ e $\frac{V_{R1}}{R_1}$ nas N linhas e diga o que representa cada um dos termos. Justifique o resultado.

7. Represente graficamente os valores $(V_Z, i_Z) = (X, Y)$ no intervalo $[-0,8 \, \text{V}; +5,7 \, \text{V}]$. Deduza daí em que regime de ddp e polarização é que o Zener funciona como um diodo normal. Justifique.

8. Com base na curva obtida diga qual a característica que distingue os Zener dos díodos de sinal? Que utilização concreta têm estes díodos? (**Nota:** para justificar baseie-se nos dados que obteve e suponha que R_Z representa um “circuito controlado” em tensão pelo Zener. Ex: carregador de telemóveis.)

9. Represente no mesmo gráfico, em que $X=V_f$, as três grandezas: i_Z (mA), $\frac{V_{R1}}{R_1}$ (mA) e $\frac{V_{R2}}{R_2}$ (mA). Retire conclusões sobre o comportamento das intensidades de corrente no Zener, em R_2 e R_1 .

Entrega obrigatória do relatório na Semana Seguinte