

## 3 Relatório

### 3.1 Introdução

Nesta prática, deseja-se entender o funcionamento do efeito da polarização automática no ponto de operação de transistores; prática essencial para a realização de projetos de circuitos discretos.

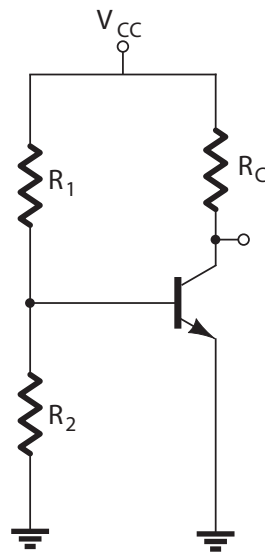


Figura 2: Arranjo do circuito para que a polarização automática ocorra através de um divisor de tensão.

A polarização do circuito advém da necessidade de estabelecer uma corrente contínua constante no emissor do transistor. Neste experimento, utilizaremos uma configuração de emissor comum (transistor bipolar *NPN*); que apresenta um ganho de corrente, tensão e potência elevados aliados a resistência de entrada baixa e resistência de saída alta. Esta configuração será polarizada usando um divisor de tensão, que garantirá uma tensão e corrente de polarização,  $V_{CEq}$  e  $I_{Cq}$ , independentes do ganho de corrente,  $\beta$ , do transistor. Tal independência é conveniente, pois  $\beta$  não é um valor bem definido na fabricação e é muito sensível a variações na temperatura. No entanto, deve-se escolher um ponto de polarização,  $Q$ , adequado que permita a máxima excursão do sinal de saída.

A importância de capacitores de “bypass” e de acoplamento também devem ser ressaltados. Capacitores de acoplamento são necessários para garantir que uma entrada, com nível DC qualquer, possa ser separada do sinal AC

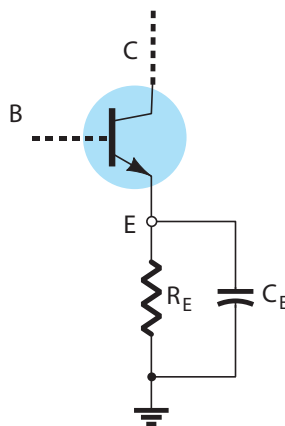


Figura 3: Capacitor *bypass*,  $C_e$ , utilizado no emissor de um circuito com transistor bipolar.

da entrada, garantindo que apenas correntes alternadas componham o sinal de entrada do circuito.

Capacitores de “bypass” atuam como filtros para componentes AC que possam estar presentes no sinal DC, garantindo um sinal de DC mais puro e limpo. Sabemos que para sinais de baixas frequências, o capacitor tem uma alta resistência; desta forma sinais de baixa frequência não passarão por ele (correntes tendem a ir para o caminho que oferece menor resistência). De forma contrária, também sabemos que capacitores oferecem baixíssimas resistências em altas frequências (como nosso sinal AC de entrada), o que levará a um curto circuito entre o emissor e o terra, nos fazendo desprezar a resistência conectada ao emissor.

Se retiramos o capacitor de “bypass” do circuito, teremos um circuito chamado de emissor comum degenerado. Este novo circuito apresenta um ganho muito menor em relação ao emissor comum degenerado, fato que iremos comprovar durante esta prática.

### 3.2 Análises

Calculou-se os valores ideais para as resistências do circuito mostrado pela Figura 1, cálculos presentes no item 1 da seção 2.2. Estes valores foram adequados a valores comerciais de resistência. A partir dos valores comerciais, pode-se por fim, estimar as correntes ideais que devem passar pelo transistor. Testou-se se os transistores estavam operando de forma correta, através da função diodo do multímetro digital. Em seguida, montou-se o circuito da Figura 1 e, aplicado apenas um sinal DC, mediu-se as correntes e tensões do transistor bipolar. Comparou-se os valores reais e os obtidos em projeto,

Tabela 1: Valores de resistência idealizados para o projeto, comerciais e os valores, de fato, medidos.

	Ideal ( $\Omega$ )	Comercial ( $\Omega$ )	Medido( $\Omega$ )
$R_c$	667	680	674
$R_1$	11.3k	12k	11.88k
$R_2$	3.89k	3.9k	3.82k

Tabela 2: Valores estimados de tensão e corrente no transistor e valores empiricamente obtidos.

	$V_{RC}(V)$	$V_{CE}(V)$	$V_{RE}(V)$
Estimados	6.28	5.72	3.14
BC-237 (1)	5.76	6.23	2.90
BC-237 (2)	5.68	6.27	2.87
BC-547	5.61	6.39	2.83

Tabela 3: Ganho do circuito teórico comparado com o ganho empírico de diversos transistores.

	$I_B(mA)$	$I_C(mA)$	Ganho	Ganho (dB)
Estimados	0.05	9.32	186.4	45.4
BC-237 (1)	0.016	8.53	533.13	54.53
BC-237 (2)	0.0152	8.42	553.95	54.87
BC-547	0.032	8.32	260	48.30

Tabela 4: Ganhos téóricos e experimentais referentes ao experimento 2, com um entrada senoidal.

	Ganho teórico	Ganho experimental	Erro (%)
Não Degenerado	-243.3	-150	34.2
Degenerado	-1.57	-1.3	23.0

variando o transistor por um mesmo de mesmo modelo , *BC-247*, e por outro de modelo diferente, *BC-547*, repetindo o procedimento anterior.

No experimento seguinte, adicionamos um sinal de amplitude baixa, desta vez com um capacitor de *bypass* conectado na entrada, e observamos o ganho que o circuito apresentou em sua saída. Em seguida, a fim de perceber a influência do capacitor no ganho, retiramos este e observamos sua forma de onda.

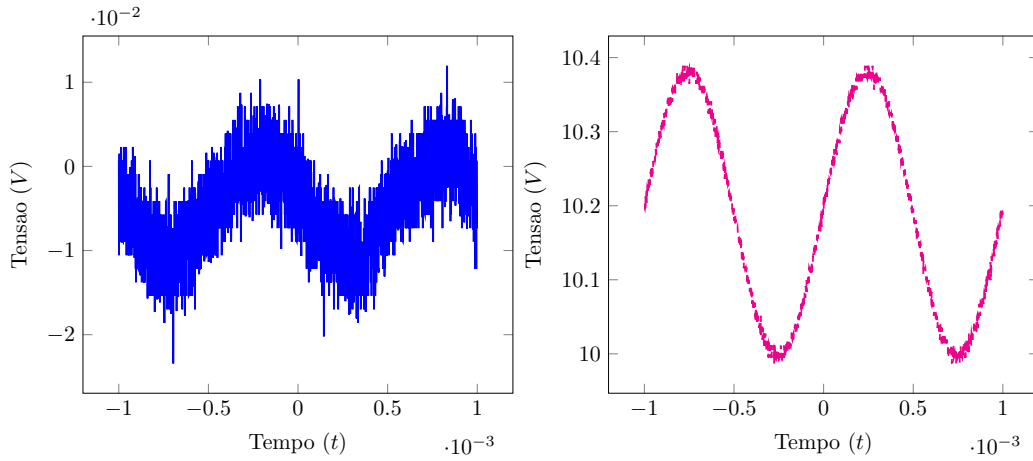


Figura 4: Tensão de entrada (1Khz), em azul, e tensão de saída, magenta, do circuito representado na Figura 1.

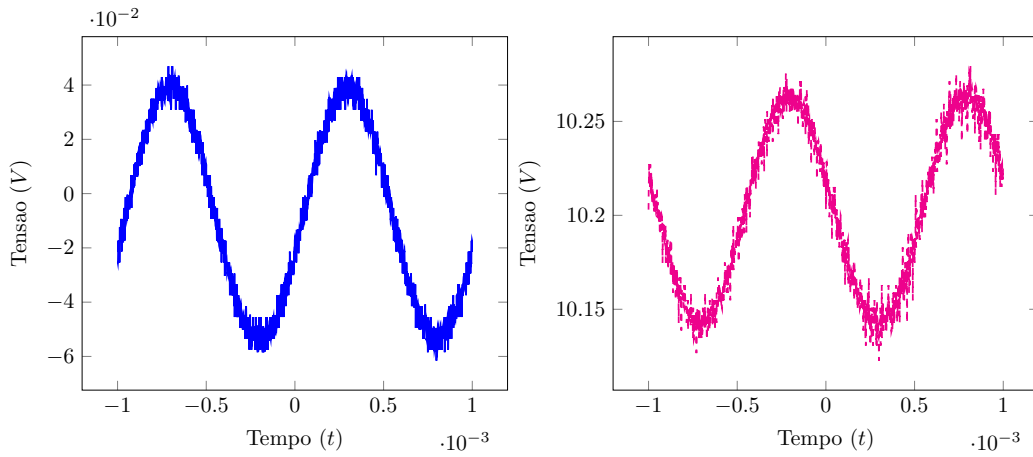


Figura 5: Tensão de entrada (1Khz), em azul, e saída do circuito, em magenta, representado na Figura 1, com o capacitor desconectado.

### 3.3 Discussões

Podemos então analisar a Tabela 2 para constatar que os valores de tensão estimados e empíricos parecem estar razoavelmente próximos, no entanto, constatamos, através da Tabela 2, que o ganho do circuito teórico e empírico são bem distantes. Isso ocorreu pois para o cálculo teórico utilizamos o valor de  $I_{B_{Max}}$ , o que distorceu o ganho real do circuito. Para a entrada alternada

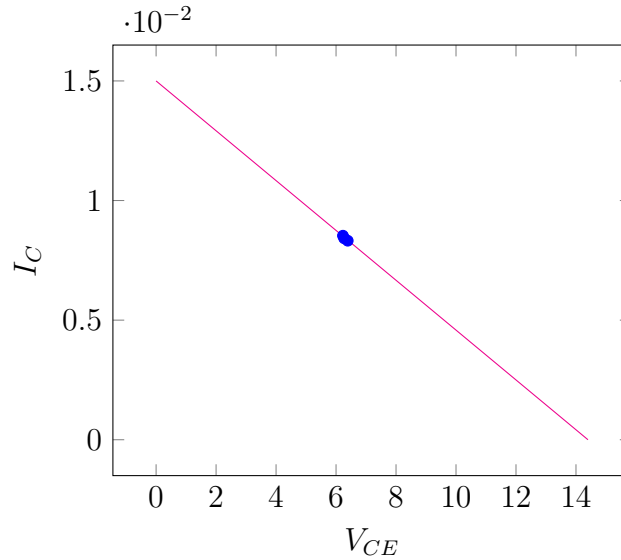


Figura 6: Reta de carga do circuito, com os pontos obtidos empiricamente graficados em azul .

de  $10mV$  de pico , calculou-se os ganhos para o circuito não-degenerado e degenerado. Tais medidas foram resumidas na Tabela 4. Este resultado é confirmado pelas nossas expectativas teóricas (advindas do modelo de pequenos sinais), que dizem que sem o capacitor de *bypass* temos um circuito com baixo ganho. Por fim , a reta de carga mostrada na Figure 6, enfatiza que os valores obtidos estão dentro do esperado, e que dada a reta de carga, podemos obter o valor da corrente através da queda da tensão no transistor e vice-versa.

### 3.4 Conclusão

Primeiramente dimensionou-se valores para os componentes do circuito para garantir-se o correto funcionamento da polarização do transistor. Dada estas condições, o circuito foi montado, com três transistores diferentes, e teve seu ganho medido. A partir destas três medidas, pode-se comparar os ganhos experimentais e teóricos e observou-se uma latente diferença entre as medidas empíricas e idealizadas.

Definida a polarização, aplicou-se um sinal de entrada de baixa amplitude na base do transistor, e observou-se a saída no coletor. Pôde-se então obter a relação entre saída e entrada, seu ganho, tanto para o circuito degenerado e para o circuit não degenerado. Concluiu-se então que o capacitor de *bypass* é de suma importância para que o ganho do capacitor não se degrade.

Confirmou-se posteriormente a validade de nossas medidas através da reta de carga. Concluindo assim, o experimento que mostra as condições de polarização automática de um *TBJ*, como adequar valores ideais de componentes para valores comerciais, a possível grande diferença entre ganhos idealizados e obtidos empiricamente, e o resultado que releva a importância do capacitor de *bypass*. do *bypass*