

Relatório da Tarefa 5: Acoplamento AC

Alunos: Mairon Schneider, Lourenço Mülling.

Data: 24/07/2020

1 Introdução

Os circuitos integrados atualmente são compostos com inúmeros blocos que executam diferentes funções, como visto nos capítulos anteriores do livro texto, esse fato cria uma necessidade de garantir a correta comunicação entre blocos. Como forma de garantir a correta comunicação entre a interface de saída de um bloco e a entrada do outro bloco, é necessário criar um acoplamento entre os dois estágios de modo a garantir a transferência do sinal desejado. Imaginando como projetista a concepção de um circuito composto por amplificadores de múltiplos estágios para sua guitarra, é necessário assegurar-se que a nos harmônicos sejam adicionados no estágio de potência, isto é, é necessário que a distorção seja produzida nesse estágio, implicando a necessidade de empregar um elemento, entre estágios, que exclua a possibilidade de distorção do sinal no estágio de pré-amplificação. Deste modo, é importante conhecer diferentes ferramentas para adequar o correto acoplamento entre blocos distintos.

2 Especificação da Tarefa

Levando em consideração o experimento 5.3 do livro texto, a configuração (figura 1) propõe-se a observar o comportamento de sinais senoidais periódicos e de onda quadrada, através da simulação dos circuitos, na tentativa de observar a influência de tensões constantes e elementos passivos em acoplamentos. Deste modo, para a compreensão integral dos objetivos da tarefa, foram utilizadas relações matemáticas para tentar explicar os comportamentos das curvas de saídas, através da simulação, em diferentes parâmetros de resistência, tensão de Bias, capacitância e alteração de frequência e amplitude na onda de entrada. Para a correta simulação dos circuitos, foram utilizados os seguintes passos:

1. Configure o valor do capacitor de acoplamento e da resistência de polarização para produzir uma constante de tempo de 100 ns.
2. Utilize pares diferentes de resistência-capacitância e observando a saída em várias frequências de onda senoidal.
3. Mude para um sinal de onda quadrada e repita o experimento. Mude a frequência e a amplitude e explique seu comportamento.
4. Compare as formas de onda dos Canais 2 e 3 com o sinal de entrada.
5. Mude a tensão de polarização DC, observe os resultados e explique por que você vê diferenças entre os níveis DC e AC.

3 Resultados e Discussões

Como forma de análise do emprego de elementos passivos em acoplamentos, na tentativa de garantir a veracidade da transmissão do sinal via interface, os valores dos elementos foram calculados levando em consideração a equação 1 onde, em primeiro momento, foi escolhido um valor aleatório para o resistor(10K) e disponibilizado para a constante de tempo um valor de teste (100ns). Tendo em mãos

os valores de resistência e de constante de tempo, foi possível assim, calcular o valor correto para o capacitor (10p).

$$\tau = R \cdot C \quad (1)$$

Em todas simulações (com exceção da figura 14, 15 e 17) foi empregado na tensão de Bias um valor correspondente a 8.75v. O resultado da simulação com os valores descritos acima, pode ser observado na figura 2, nas figuras 3 e 4 foram estipulados valores distintos para a constante de tempo, resistor e capacitor. Após feita as simulações, conseguimos observar que o sinal presente no canal 1, corresponde integralmente ao sinal senoidal de entrada, já no canal 2, o sinal representado possui a soma de uma componente DC, entretanto, esse sinal não corresponde ao valor alocado no VBias e isso acontece pois, parte da corrente é dissipada no resistor, diminuindo a tensão no nó de saída do resistor. Já no canal 3, como citado no capítulo anterior, o capacitor aplicado nesse contexto do circuito, separa o componente DC (proveniente do VBias) da parte variante do sinal e obtêm um sinal em torno da referência (neste caso, o zero é a referência proveniente do aterramento) e isso acontece pois, em sinais DC o capacitor é visto como um circuito aberto (a equação 2, demonstra que a corrente que passa no capacitor depende da taxa variação da tensão que, no caso de um sinal DC, é nulo), impossibilitando o transporte de corrente, porém, o sinal também não atinge a tensão aplicada na entrada devido a perda de tensão sobre o resistor em paralelo, comportamento semelhante observado no canal 2.

$$I(t) = C \frac{dV(t)}{dt} \quad (2)$$

Na tentativa de observar um comportamento que se assemelha a um circuito digital, o formato do sinal de entrada foi alterado para uma onda quadrada e simulações que alteram sua frequência e amplitude foram realizadas. Observando as figuras 7 e 8 é possível notar um comportamento semelhante a uma derivação do sinal de entrada, o que por sua vez caracteriza-se como um filtro passa-altas que, ao não atingir a frequência de corte (equação 3), ocorre a descarga do capacitor e também a inversão do sinal de entrada proveniente do acoplamento AC(figura 16).

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad (3)$$

Quando alteramos os valores de capacitância ou resistência a ponto de passarmos a frequência de corte do filtro, temos um comportamento (figura 17) na qual a tensão de saída iguala a tensão de entrada (descontando a corrente dissipada no resistor), como descrito na curva de transferência do filtro de passa altas, garantindo o ganho 1. Quando estamos no caso que estamos sutilmente abaixo da frequência de corte (figuras 9, 10 e 11) é possível notar um comportamento que fica na limiar entre os dois casos citados anteriormente, possuindo um sinal quadrado que se assemelha a curva de entrada, porém, que é decrescido na faixa de frequência escolhida para as simulações, não possuindo um ganho equivalente a 1 e diminuindo progressivamente.

4 Conclusões

Como projetista, quando resolvemos projetar um circuito que execute uma função final, na maioria dos casos, é preciso empregar blocos que executam diferentes funções como forma baratear o custo para alcançar essa solução final. Para que esse acoplamento aconteça de maneira satisfatória, faz-se necessário o estudo sobre as diferentes configurações de acoplamento, utilizando-se de elementos passivos aplicados em diferentes estruturas de onda.

Em relação as tarefas propostas pelo livro, foram observados comportamentos característicos de filtros passa-alta, que evidencia-nos a possibilidade de utilização consciente dos mesmos no acoplamento entre blocos. Em primeiro momento foi observado um comportamento característico no canal 2, que evidencia a passagem do sinal senoidal com a adição da componente constante DC (proveniente do Bias), foi possível observar que ao aumentarmos a componente DC no canal, obtemos um descolamento da curva de entrada (no eixo das ordenadas). Esse comportamento é possível ser observado graças à ausência de capacitor na saída, isto é, utilizando novamente o exemplo da guitarra, caso precisássemos retirar uma possível distorção do estágio de pré-amplificação, bastaria adicionar o capacitor ao final do circuito para garantir que o sinal DC não interfira no sinal. E isso é exatamente o que acontece no canal 3, a utilização desse canal serve para observar o comportamento citado anteriormente.

Quando utilizamos a fonte de pulso no circuito proposto, precisamos aprender as peculiaridades contidas no filtro passa-alta, de modo a entender a curva de ganho (em dBs) e sua aplicação no circuito, de modo a garantir a ausência de contribuintes DC na sua saída, mantendo assim, um ganho unitário que mantenha intacta a veracidade do sinal, deste modo, precisamos calcular a frequência de corte adequada para o correto funcionamento do acoplador no circuito.

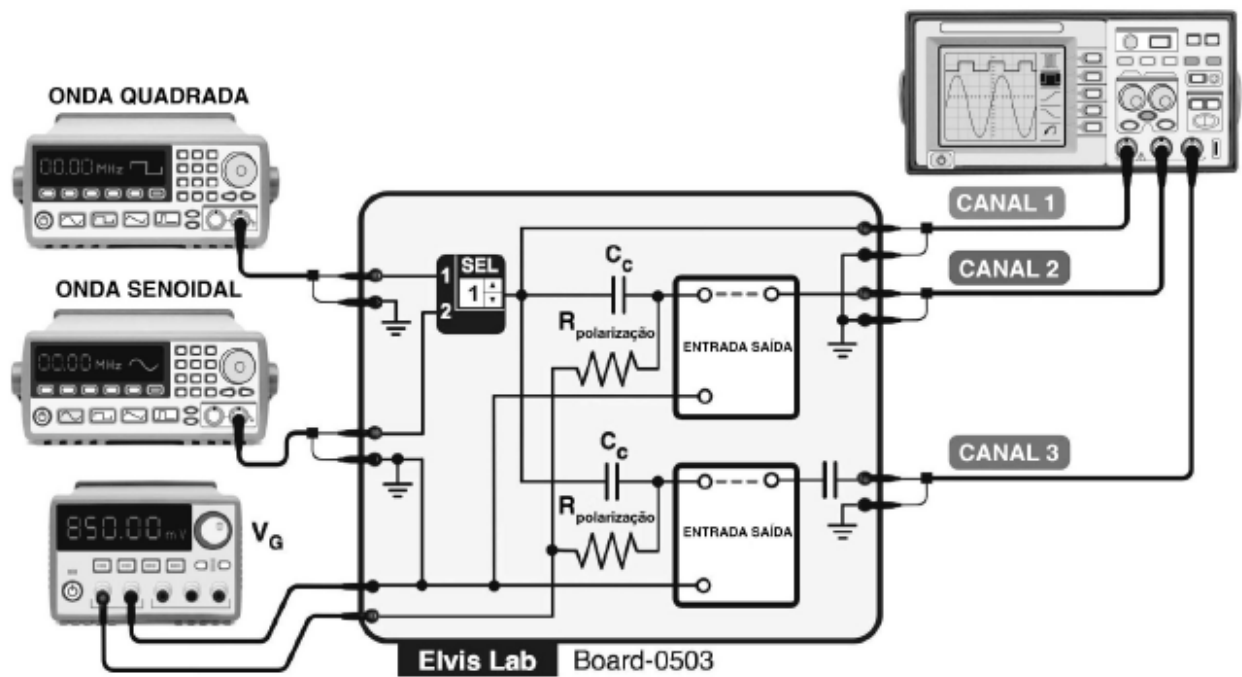


Figura 1: A configuração de medição do experimento

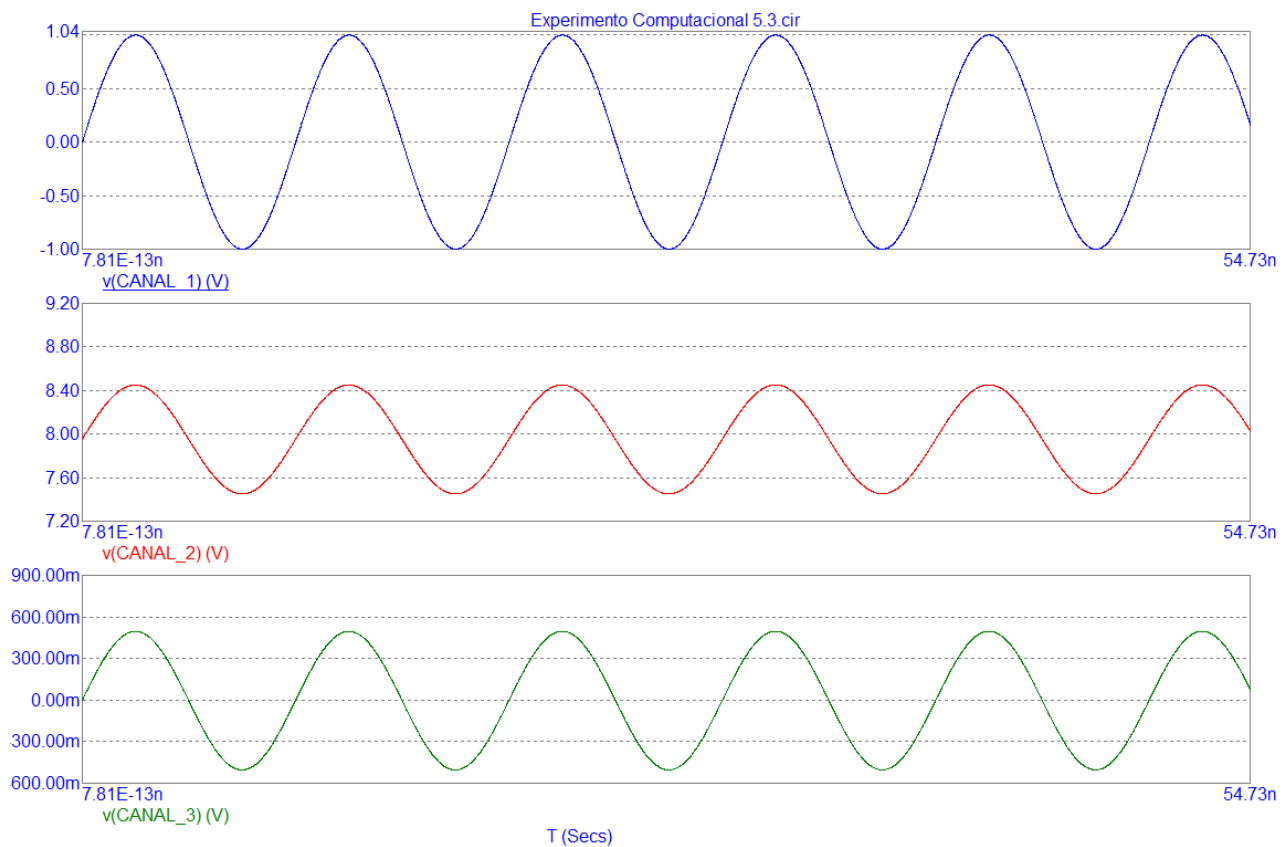


Figura 2: Switch na posição 1; $\tau = 100n$; $R = 10K$; $C = 10p$; Frequência = 100MHz; $V_{Bias} = 8.75V$

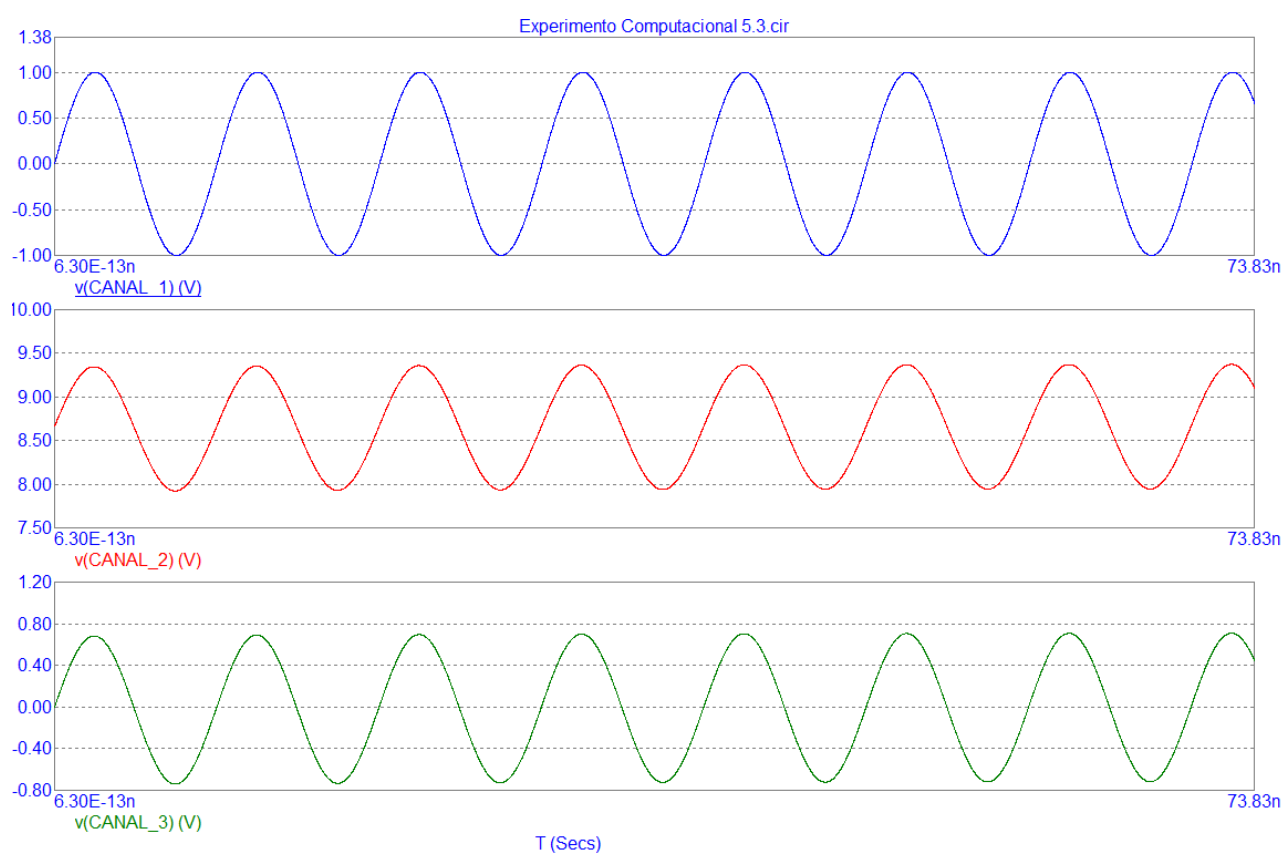


Figura 3: Switch na posição 1; $\tau = 25n$; $R = 1K$; $C = 25p$; Frequência = 100MHz; $V_{Bias} = 8.75V$

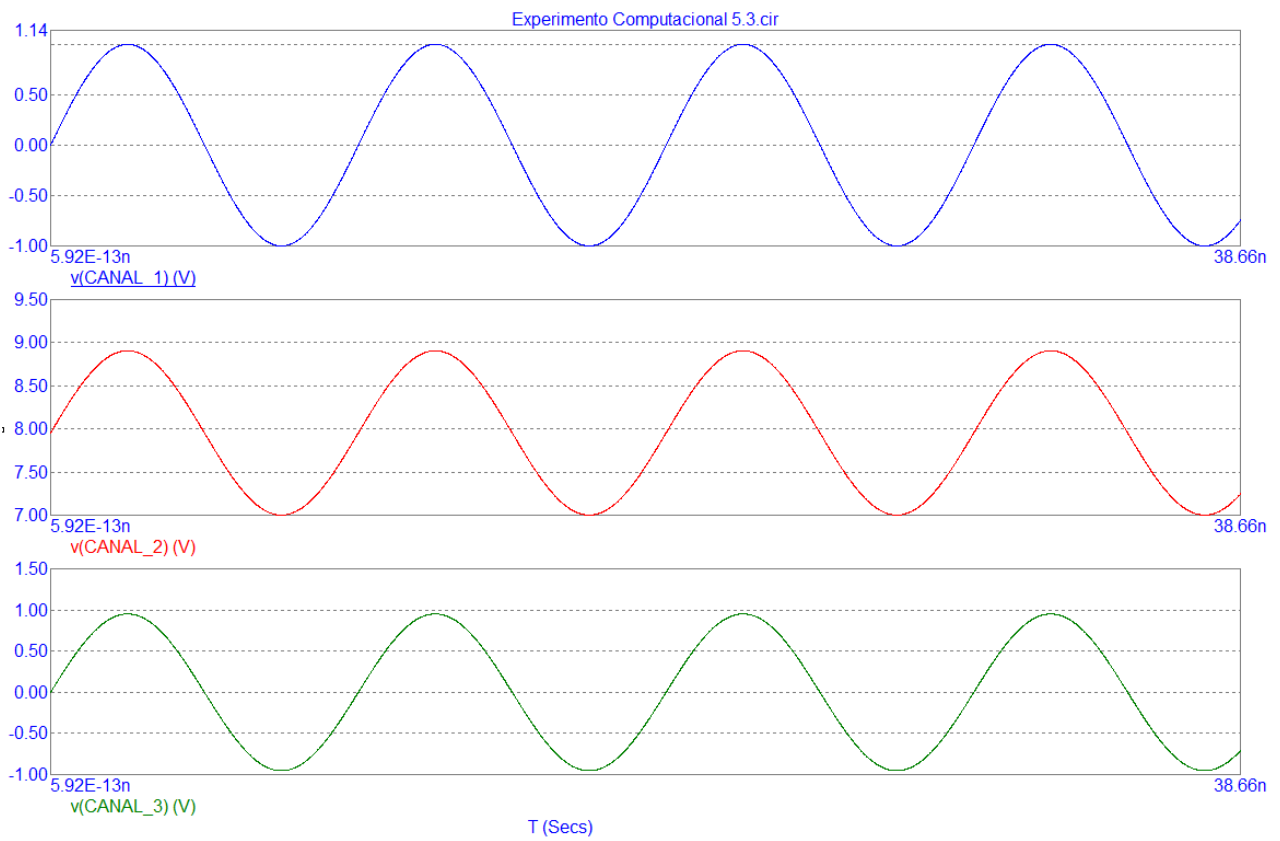


Figura 4: Switch na posição 1; $\tau = 2u$; $R = 10K$; $C = 200p$; Frequência = 100MHz; $V_{Bias} = 8.75V$

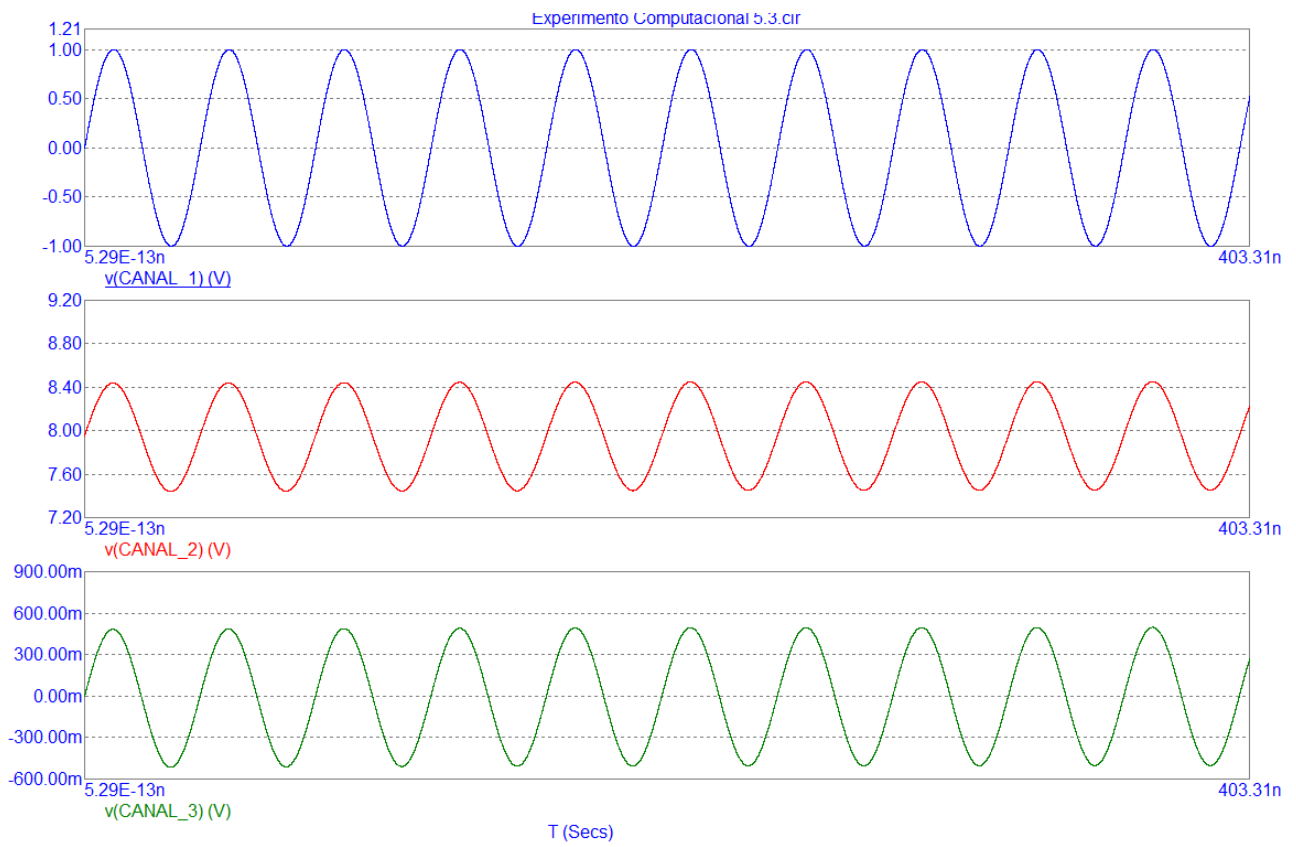


Figura 5: Switch na posição 1; $\tau = 100n$; $R = 10K$; $C = 10p$; Frequência = 25MHz; $V_{Bias} = 8.75V$

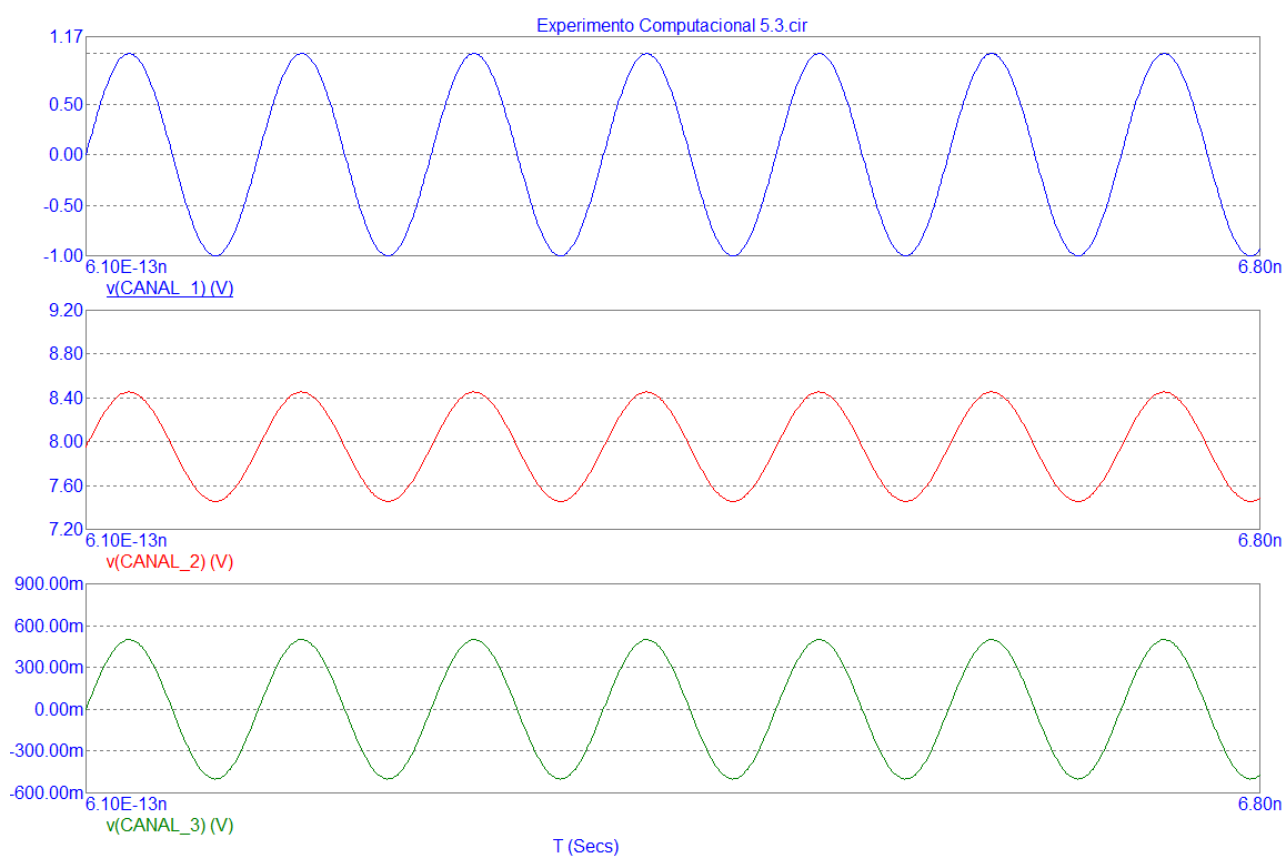


Figura 6: Switch na posição 1; $\tau = 100n$; $R = 10K$; $C = 10p$; Frequência = 1GHz; $V_{\text{Bias}} = 8.75V$

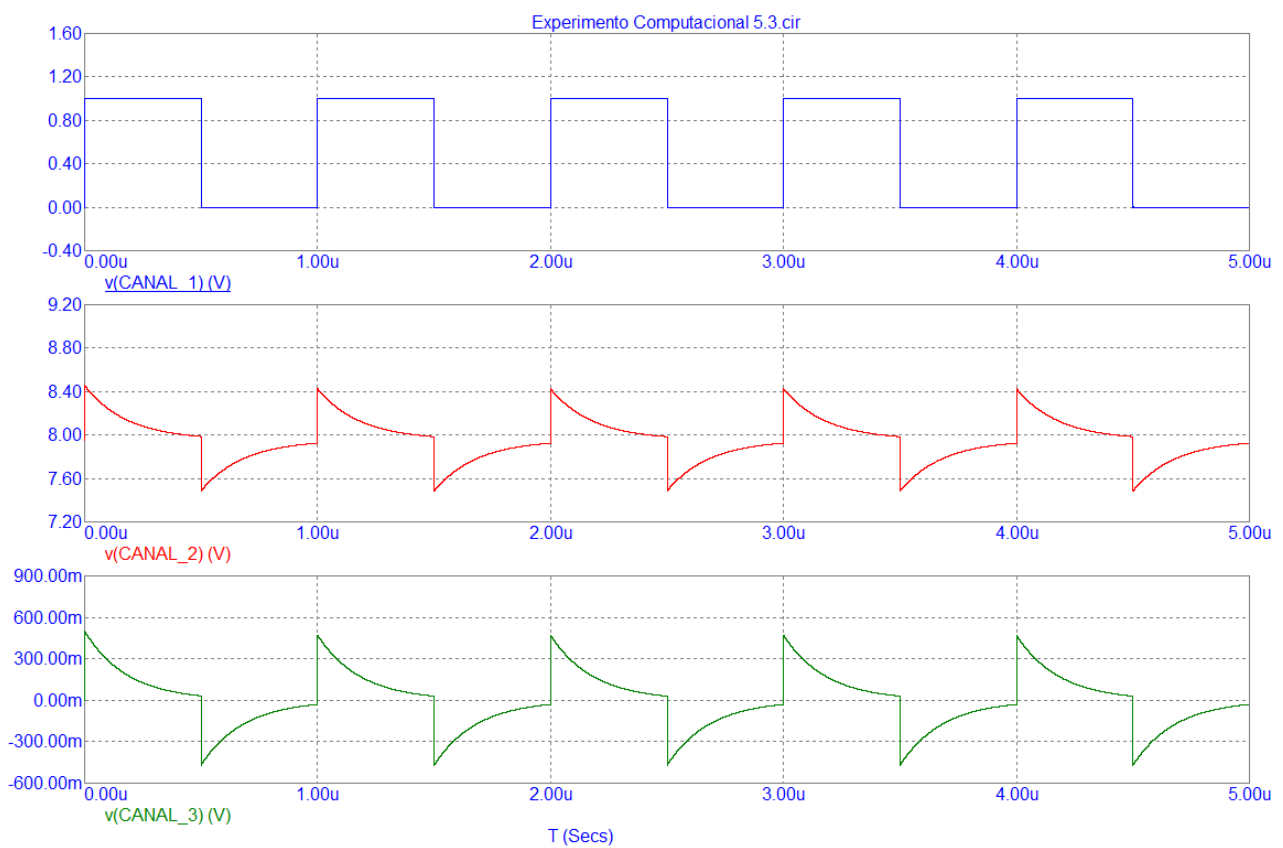


Figura 7: Switch na posição 2; $\tau = 100n$; $R = 10K$; $C = 10p$; Frequência = 1MHz; Amplitude = 1V; $V_{\text{Bias}} = 8.75V$

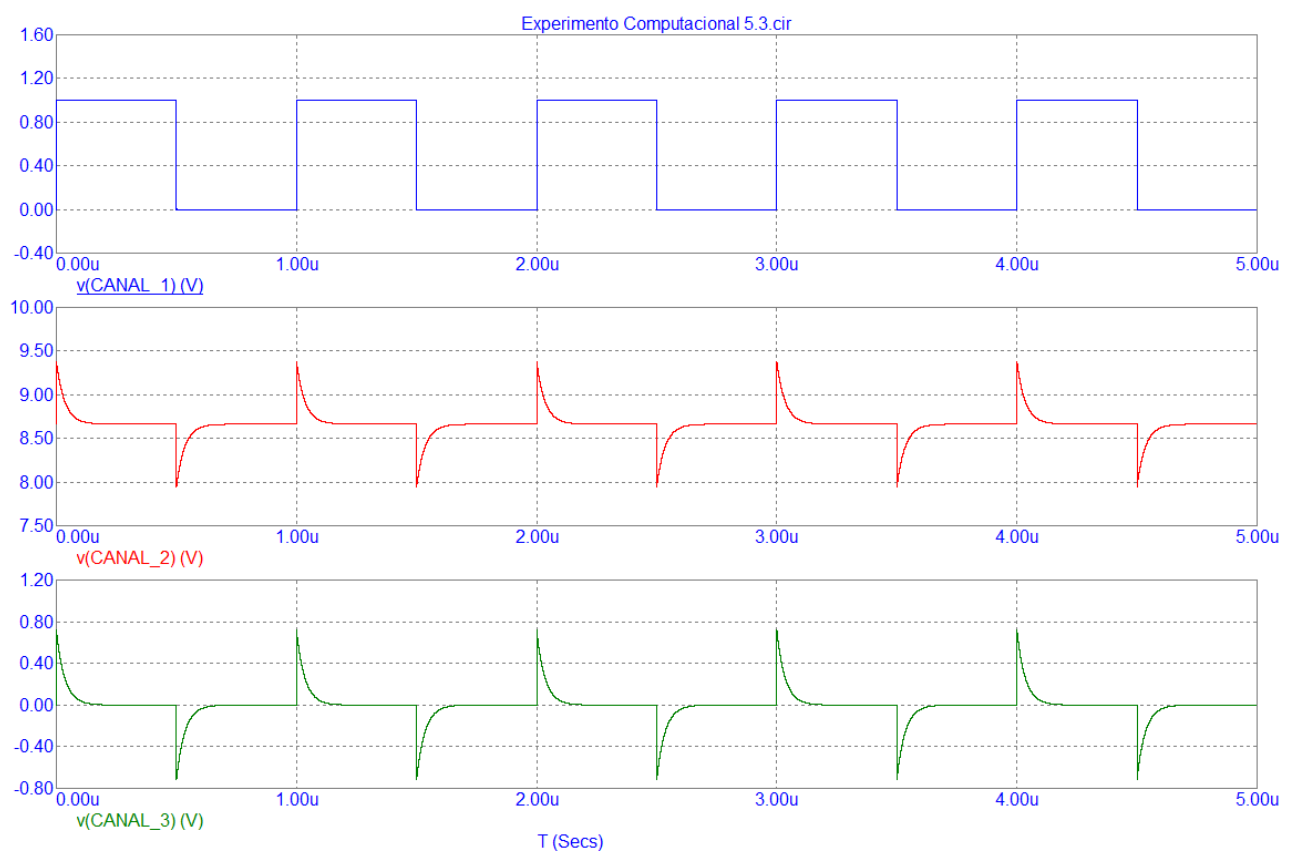


Figura 8: Switch na posição 2; $\tau = 25n$; $R = 1K$; $C = 25p$; Frequência = 1MHz; Amplitude = 1V; $V_{\text{Bias}} = 8.75V$

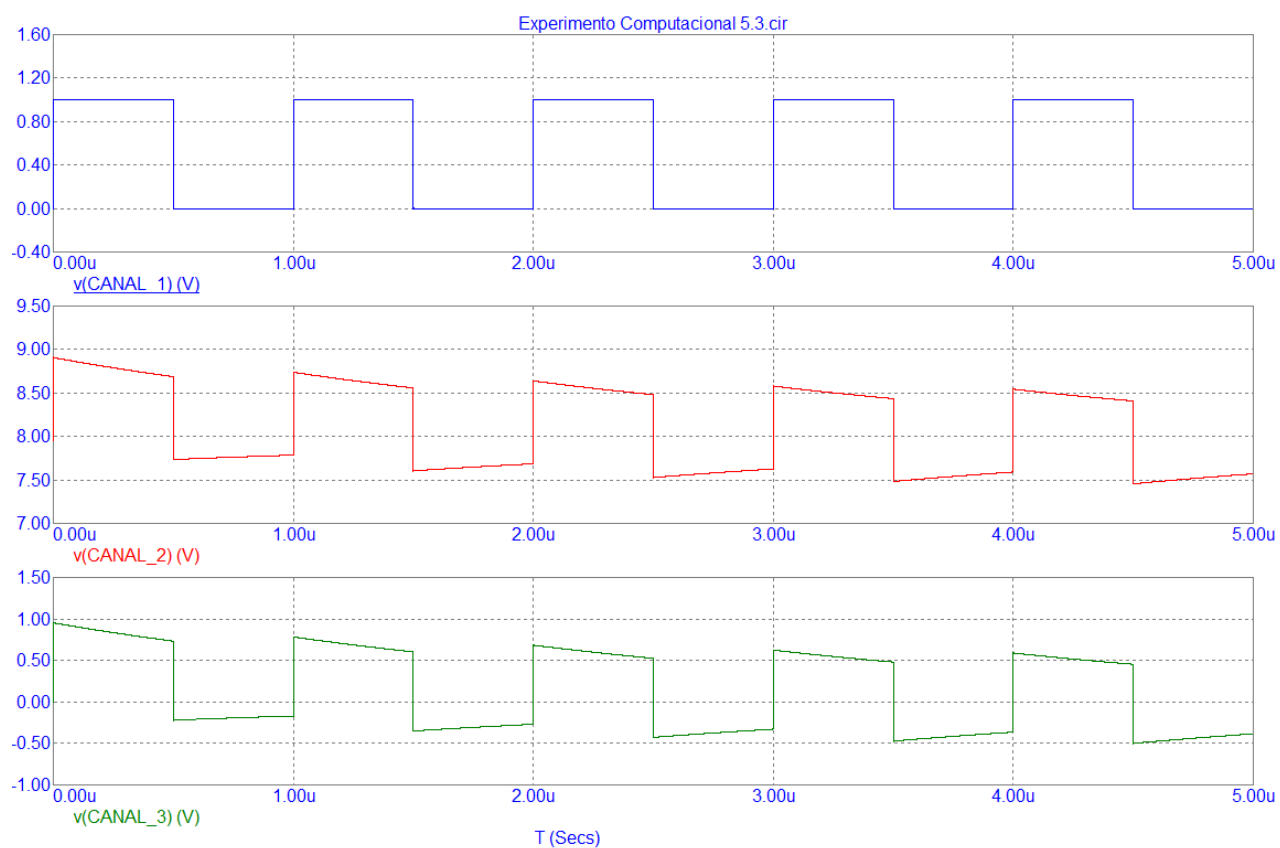


Figura 9: Switch na posição 2; $\tau = 2\mu$; $R = 10K$; $C = 200p$; Frequência = 1MHz; Amplitude = 1V; $V_{Bias} = 8.75V$

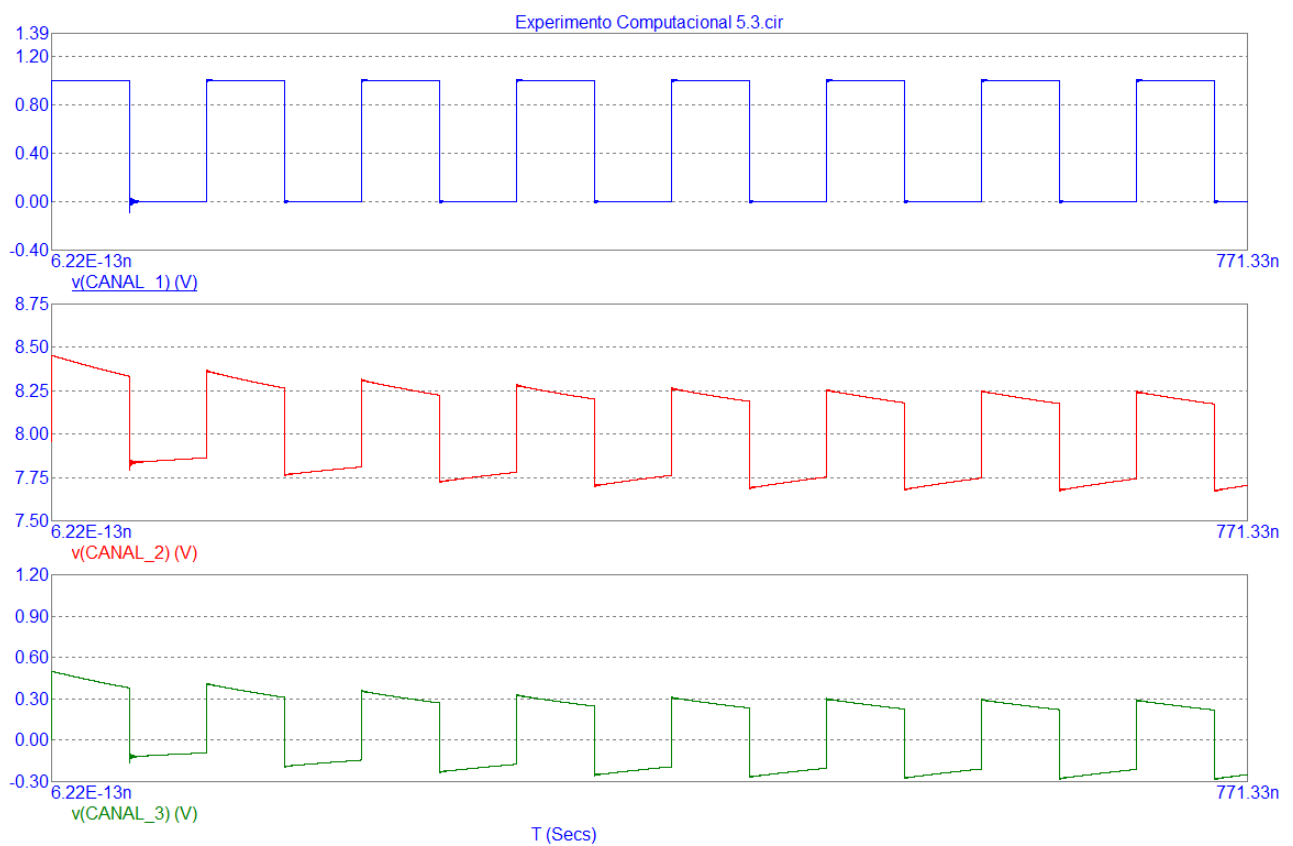


Figura 10: Switch na posição 2; $\tau = 100n$; $R = 10K$; $C = 10p$; Frequência = 10MHz; Amplitude = 1V; $V_{Bias} = 8.75V$

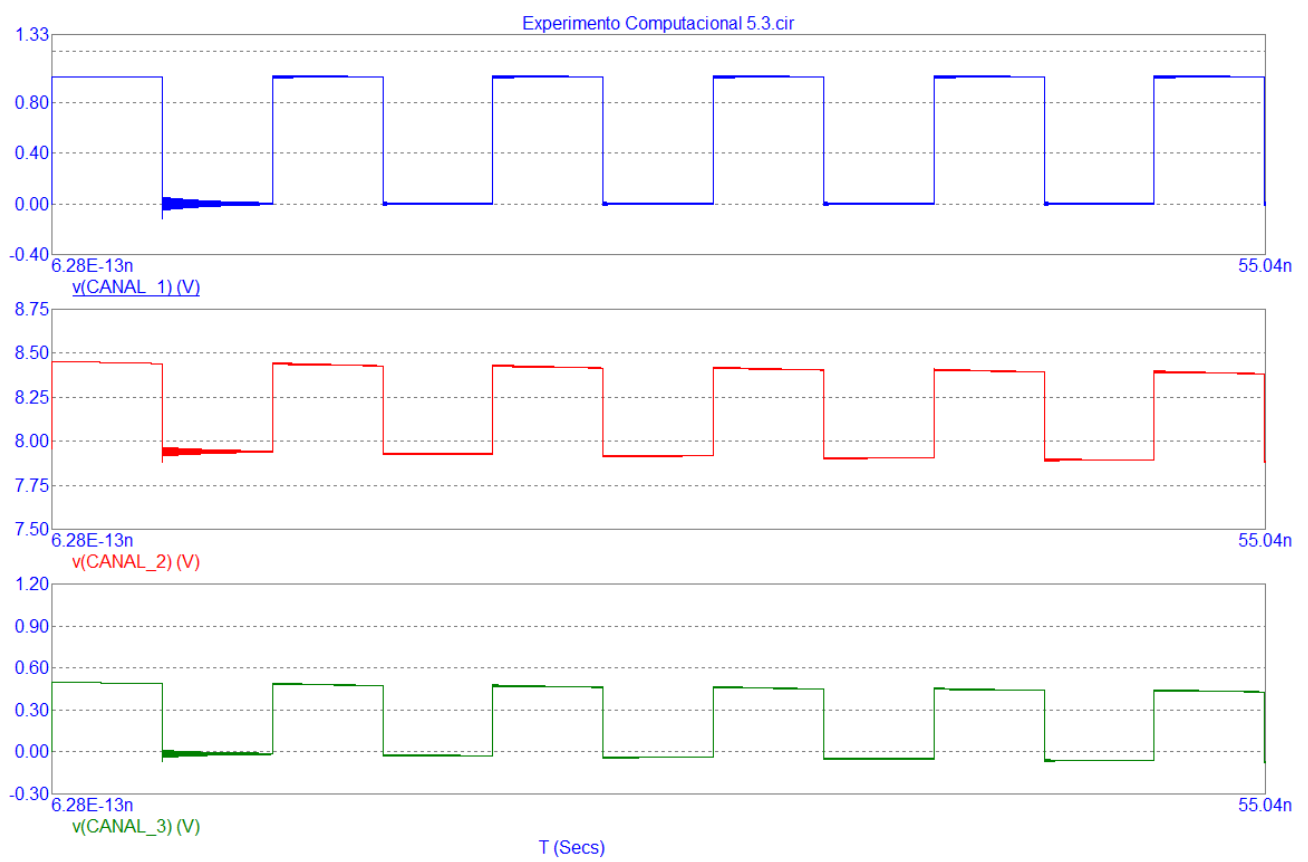


Figura 11: Switch na posição 2; $\tau = 100n$; $R = 10K$; $C = 10p$; Frequência = $100MHz$; Amplitude = $1V$; $V_{Bias} = 8.75V$

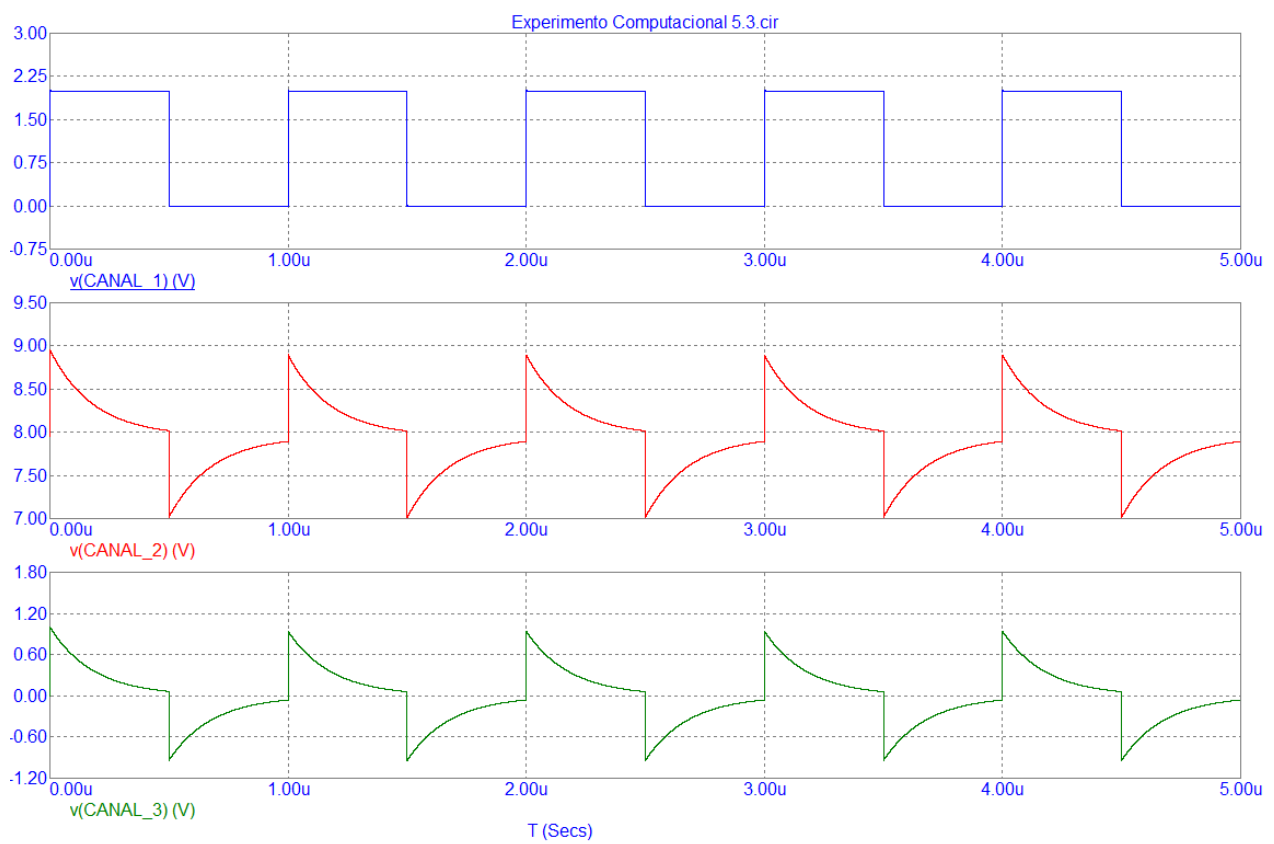


Figura 12: Switch na posição 2; $\tau = 100n$; $R = 10K$; $C = 10p$; Frequência = 1MHz; Amplitude = 2V; $V_{\text{Bias}} = 8.75V$

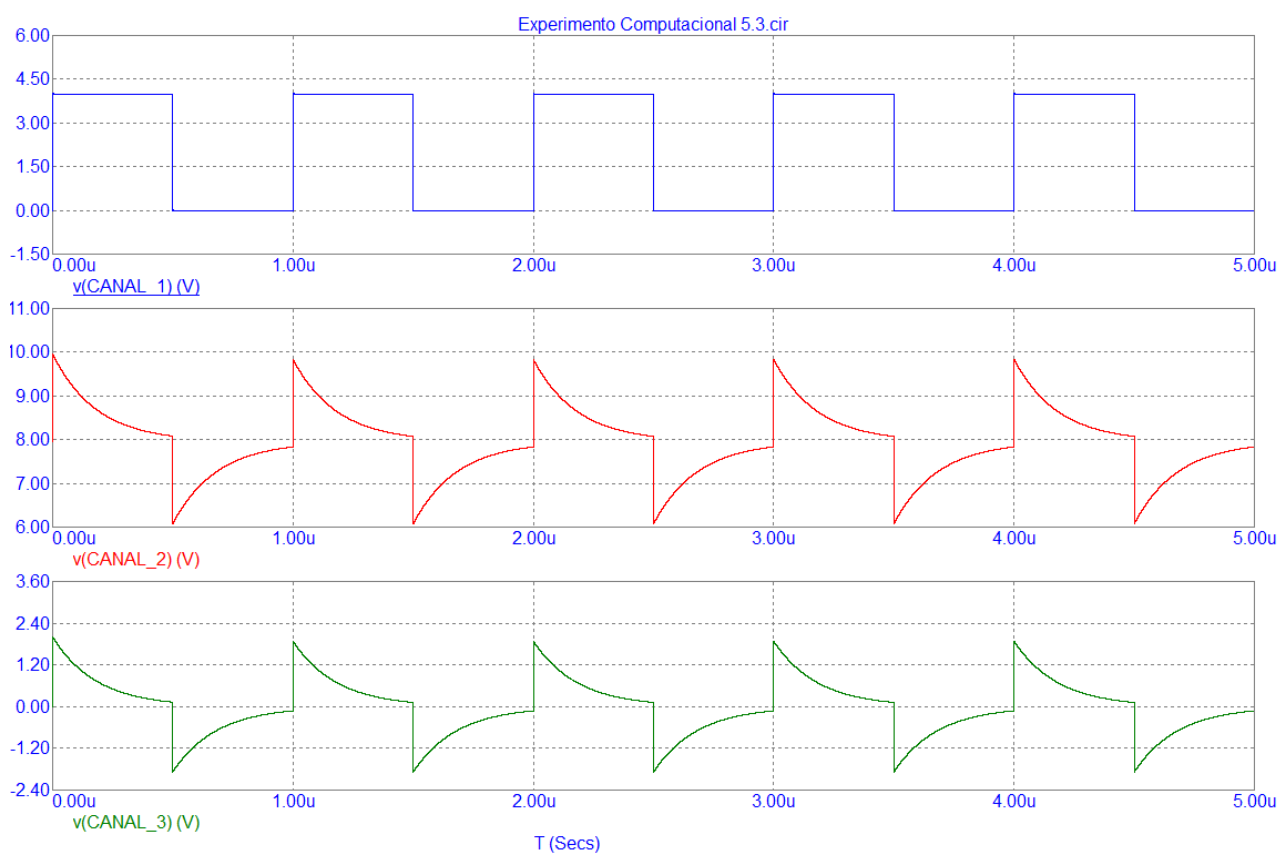


Figura 13: Switch na posição 2; $\tau = 100n$; $R = 10K$; $C = 10p$; Frequência = 1MHz; Amplitude = 4V; $V_{Bias} = 8.75V$

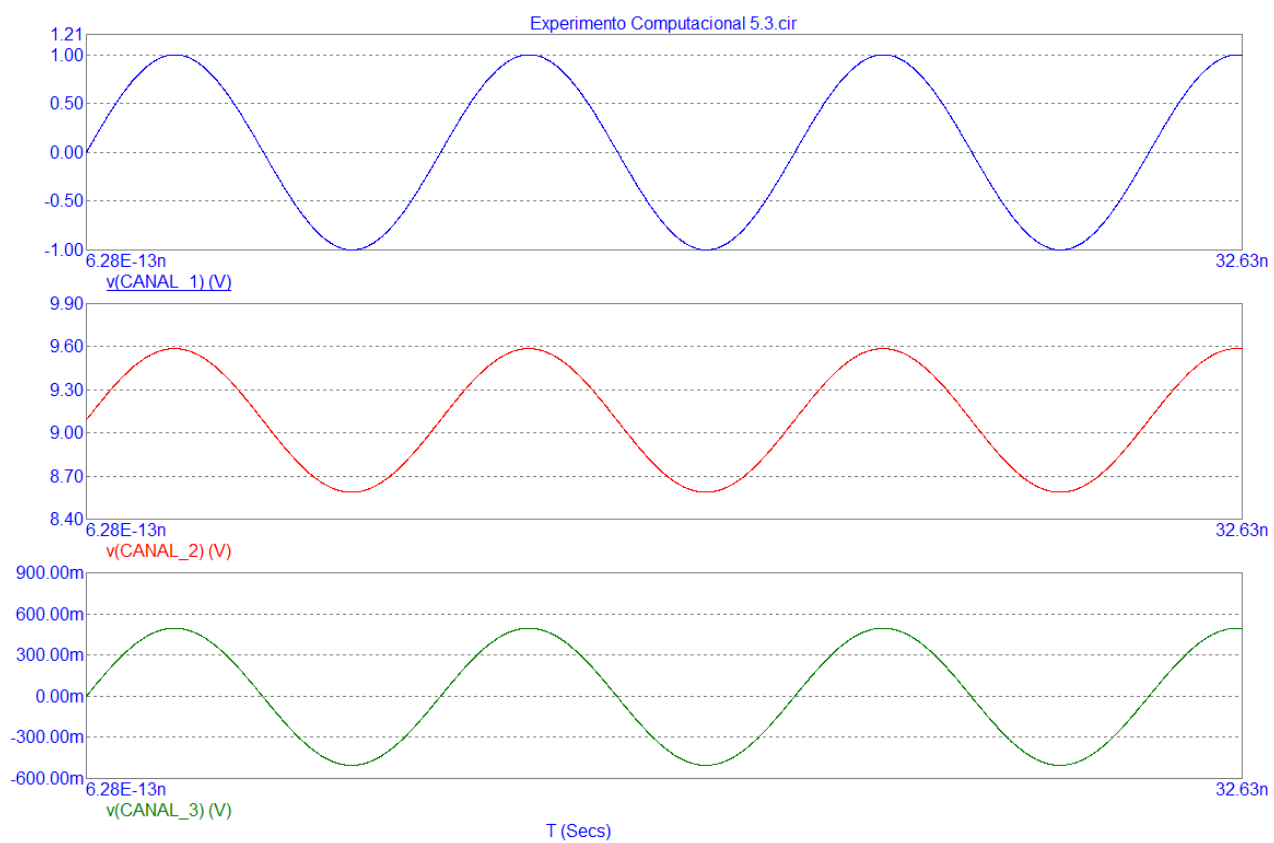


Figura 14: Switch na posição 2; $\tau = 100n$; $R = 10K$; $C = 10p$; Frequência = 10MHz; $V_{\text{Bias}} = 10v$

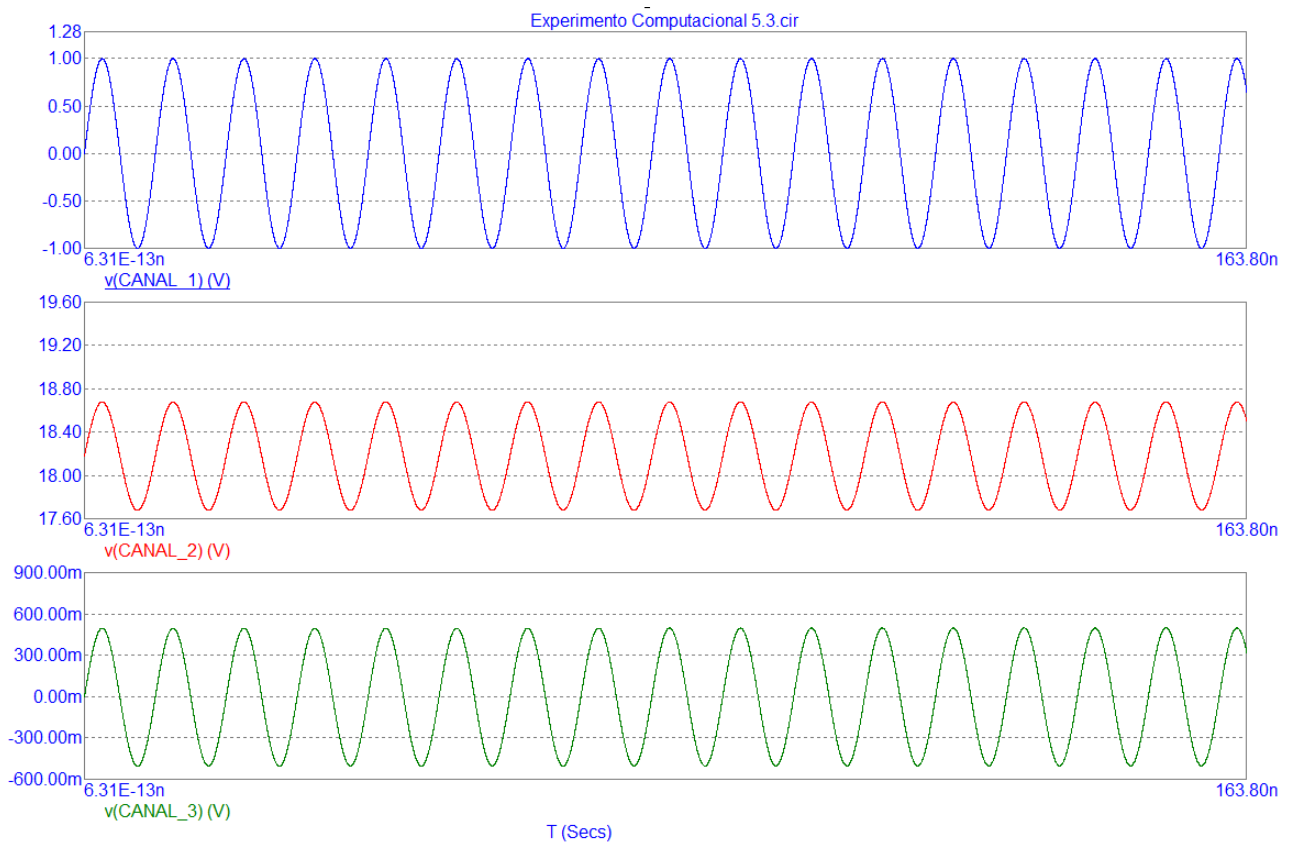


Figura 15: Switch na posição 2; $\tau = 100n$; $R = 10K$; $C = 10p$; Frequência = 10MHz; $V_{Bias} = 20v$

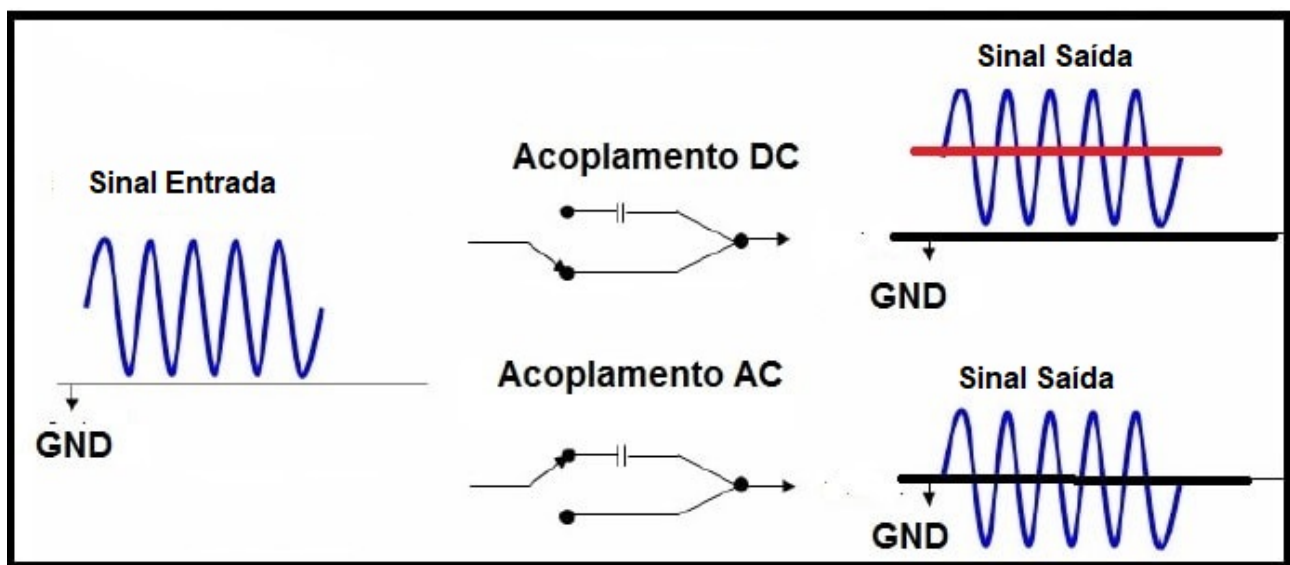


Figura 16: Características do acoplamento AC e DC

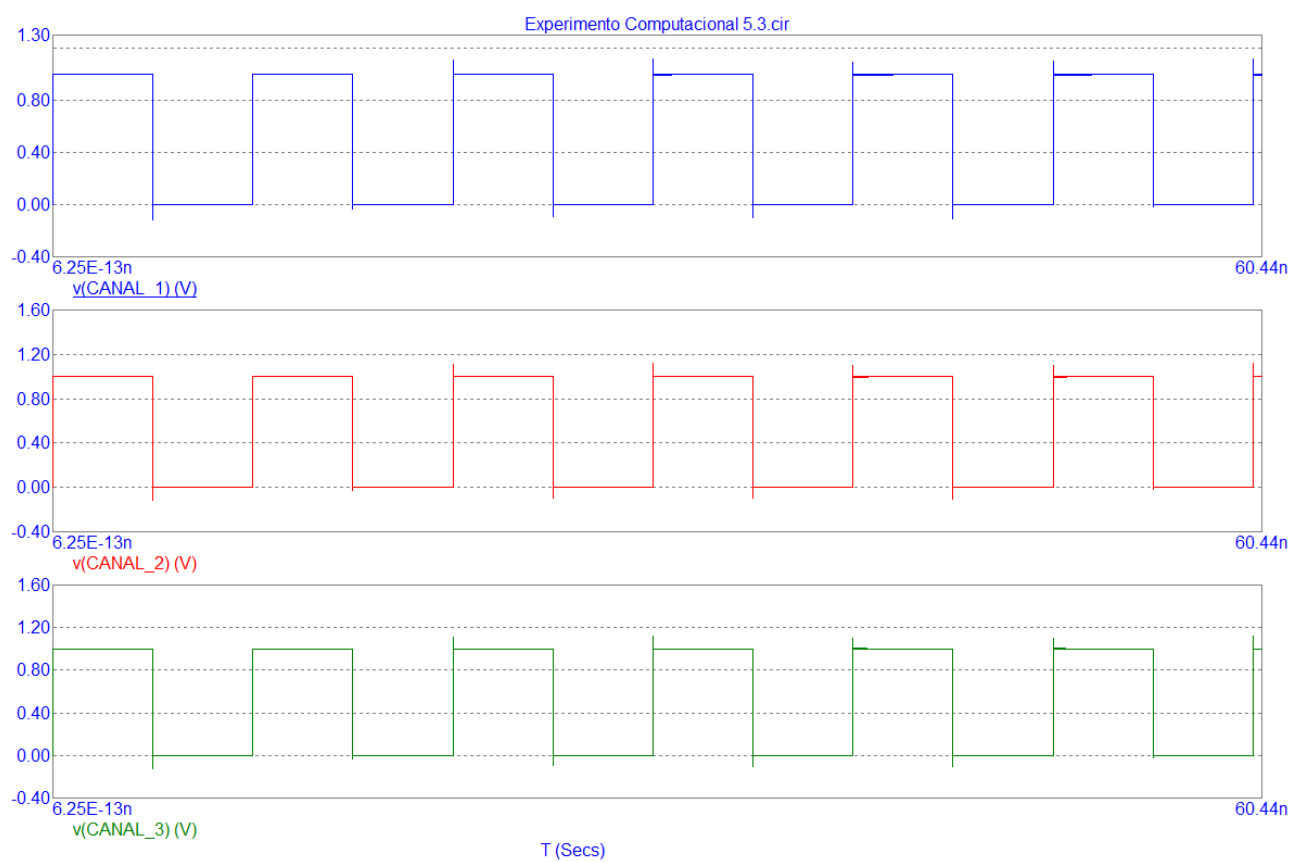


Figura 17: Switch na posição 2; $R=10K$; $C = 1\mu$; Frequência = $1G$; $V_{Bias} = 0V$