

AMPLIFICADORES OPERACIONAIS MODO DIFERENCIAL E MODO COMUM CÁLCULO DE CMRR

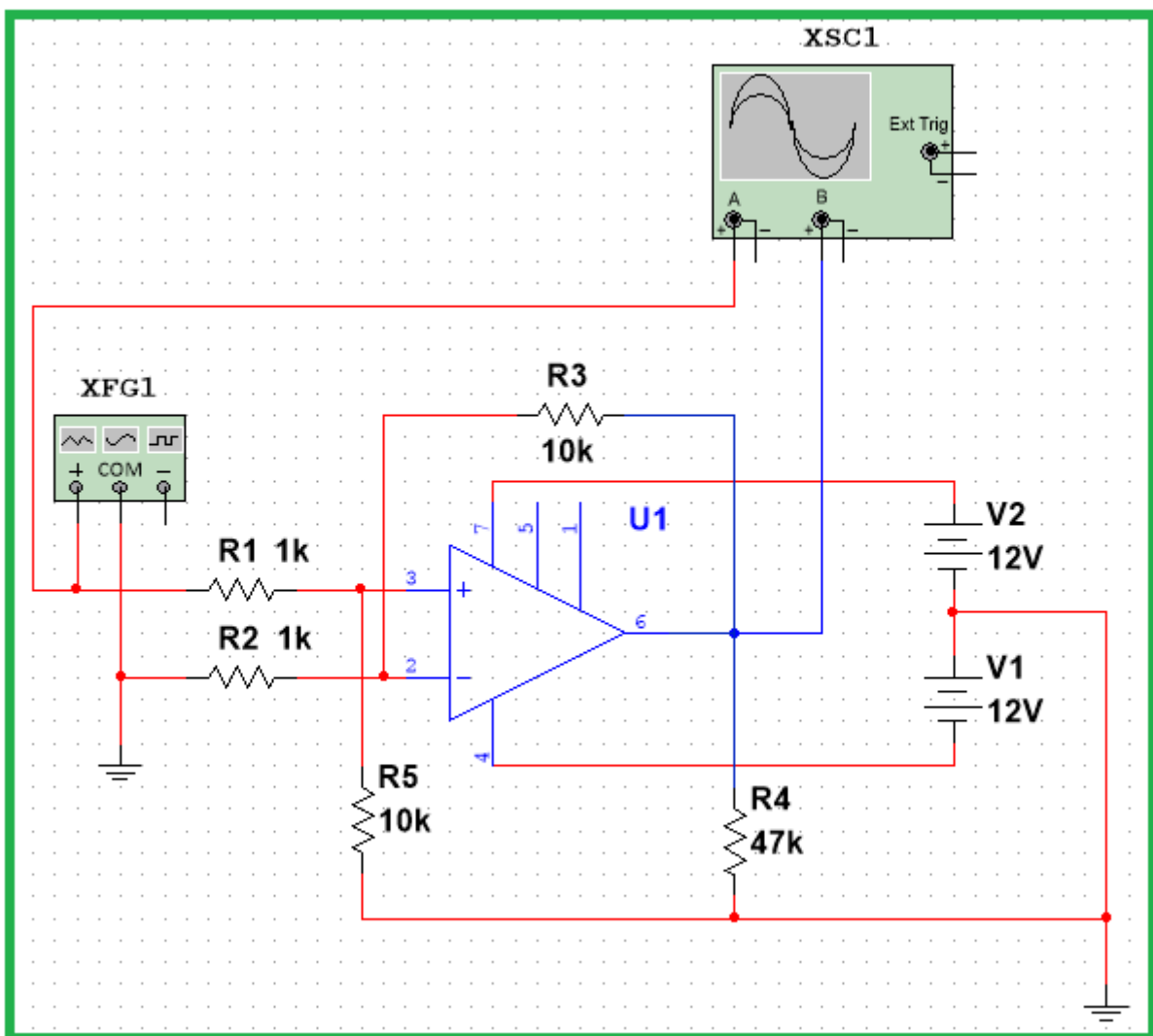
CMRR (Common Mode Rejection Ratio) ou RRMC (Relação de Rejeição em Modo Comum) devemos comparar duas condições de operação de um amplificador operacional:

- 1 - Modo Diferencial
- 2 - Modo Comum

Relacionando os ganhos em modo diferencial (A_d) e em modo comum (A_c) podemos então determinar o fator **CMRR** ou **RRMC**, cuja fórmula é apresentada abaixo:

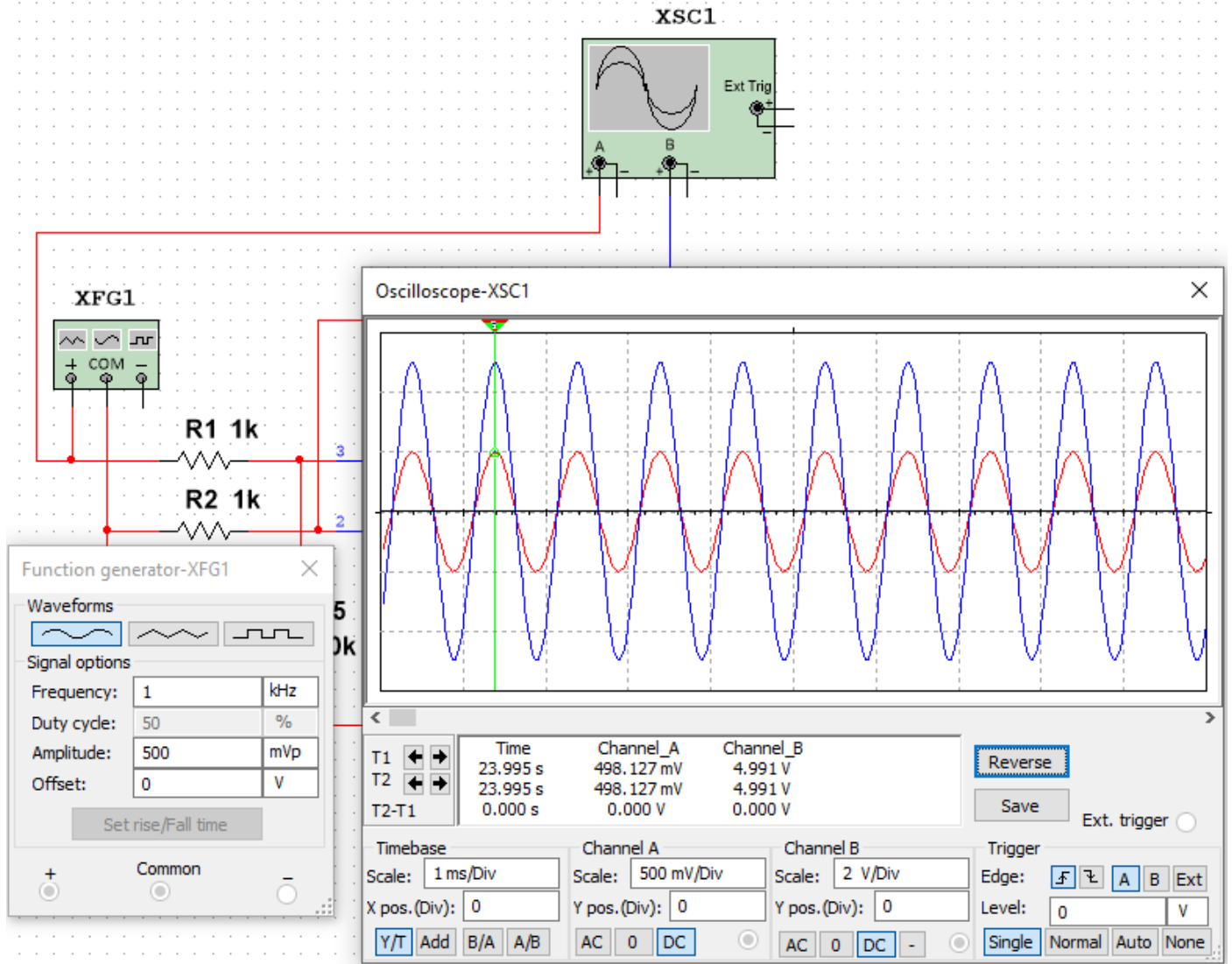
$$CMRR = 20\log A_d/A_c$$

1 – Análise de um circuito em **modo diferencial**:



Entrada de sinal (não inversora) = 1Vpp (500mVp) - 1kHz

Análise das formas de onda com o AO operando em modo diferencial:



1 – Sinal de entrada (V_e - traço vermelho) = 498,127mV (\cong 500mVp)

2 – Sinal de saída (V_s - traço azul) = 4,991V (\cong 5Vp)

Observe que os sinais de entrada e saída estão em fase, pois o sinal de entrada está aplicado na entrada não inversora.

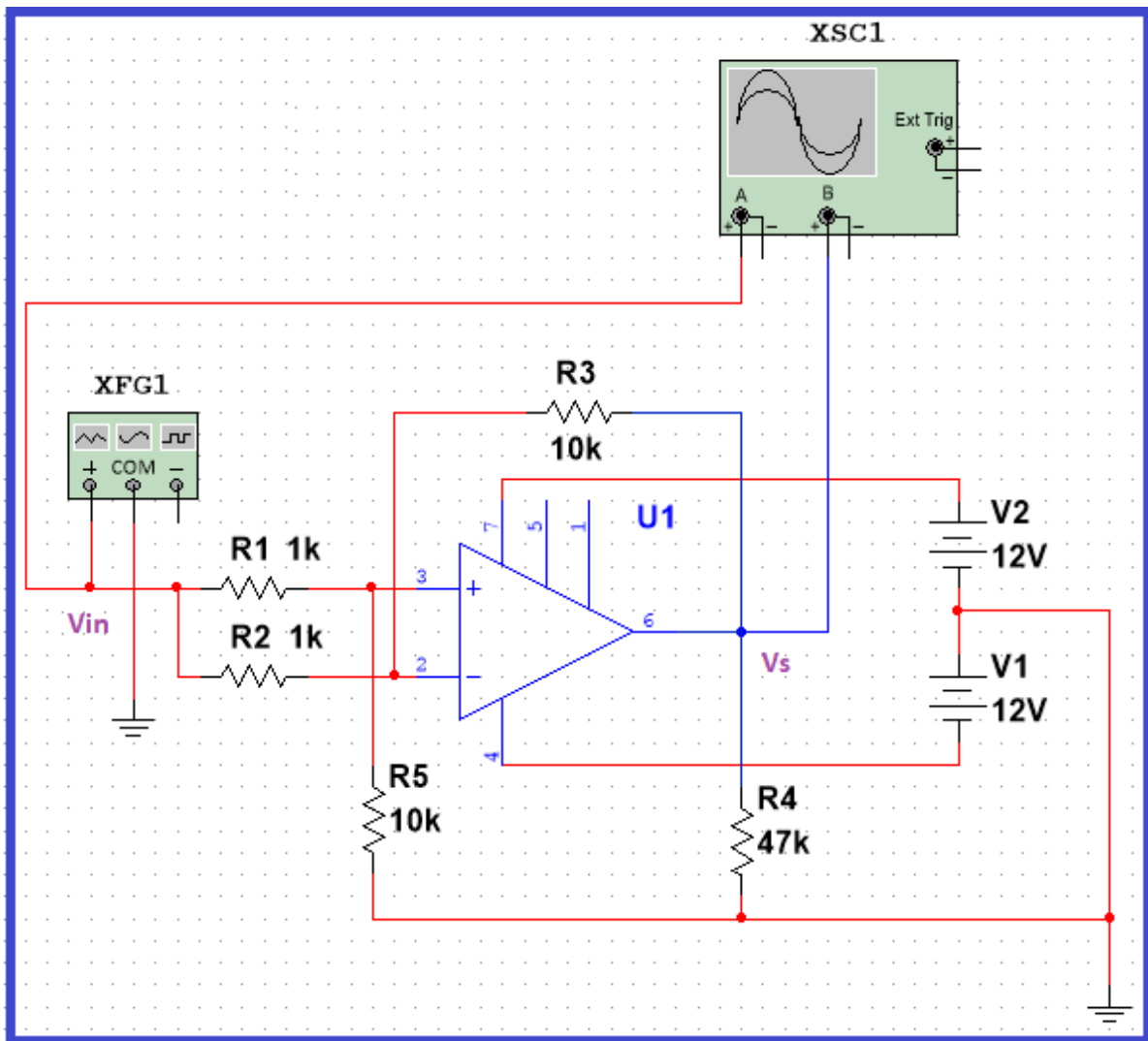
A relação entre os resistores R3 e R1 é igual a 10, logo o ganho no modo diferencial é igual a 10 (teoricamente).

Observando as medidas obtidas no osciloscópio temos na entrada 498,127mVp e na saída 4,991Vp.

Assim o ganho no modo diferencial será:

$$A_d = V_s/V_e = 4,991/0,498127 = 10,019$$

O circuito a seguir mostra o amplificador operacional operando em **modo comum**, onde o mesmo sinal de entrada é aplicado simultaneamente nas entradas inversora e não inversora:



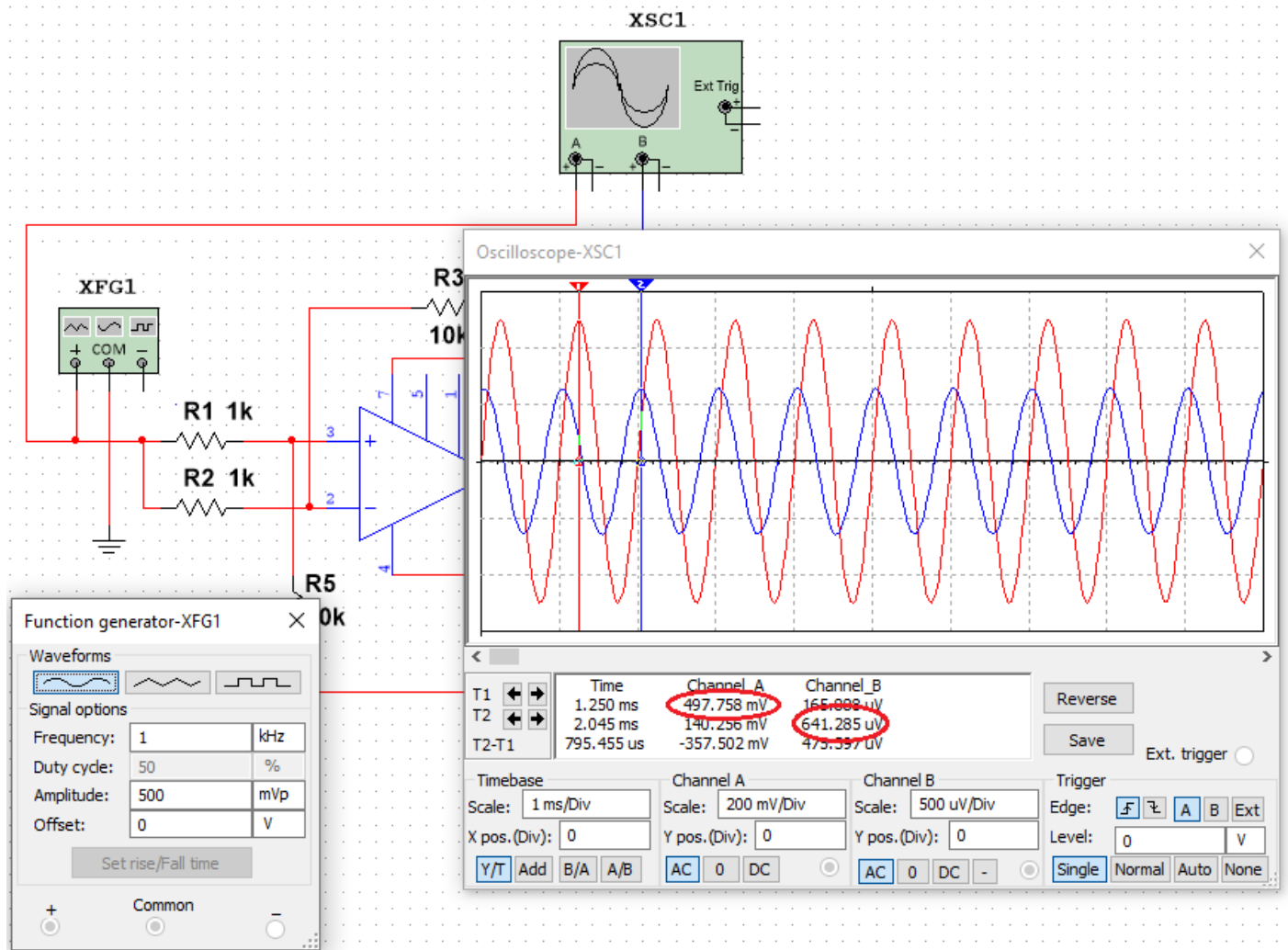
Quando o mesmo sinal é aplicado nas duas entradas do AO, a diferença de potencial entre elas é igual a zero. Daí, podemos deduzir que a saída do AO será igual a zero. No entanto isso não ocorre pois o AO não é ideal.

Comparando o ganho no modo diferencial (A_d) e no modo comum (A_c), podemos calcular o fator CMRR, cuja unidade de medida é dada em decibel. Veja abaixo um exemplo de notação nos datasheets fornecidos pelo fabricante, no caso o AO LM741.

Electrical Specifications For Equipment Design, $V_{S\text{SUPPLY}} = \pm 15\text{V}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TEMP (°C)	(NOTE 4) CA741, CA1558, LM741			(NOTE 4) CA741C, CA1458, LM741C, LM1458			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	$R_S \leq 10\text{k}\Omega$	25	-	1	5	-	2	6	mV
		Full	-	1	6	-	-	7.5	mV
Input Common Mode Voltage Range		25	-	-	-	± 12	± 13	-	V
		Full	± 12	± 13	-	-	-	-	V
Common Mode Rejection Ratio	$R_S \leq 10\text{k}\Omega$	25	-	-	-	70	90	-	dB
		Full	70	90	-	-	-	-	dB
Power Supply Rejection Ratio	$R_S \leq 10\text{k}\Omega$	25	-	-	-	-	30	150	$\infty\text{V/V}$
		Full	-	30	150	-	-	-	$\infty\text{V/V}$
Input Resistance		25	0.3	2	-	0.3	2	$\text{M}\Omega$	

Formas de onda vistas no osciloscópio com AO operando em **modo comum**:



Tomando como base as medidas obtidas na leitura do osciloscópio, temos:

$$V_{in} = 497,758\text{mV}$$

$$V_s = 641,285\text{uV}$$

Calculando o ganho em modo comum:

$$A_c = V_s/V_{in} = 0,641285 / 497,748 = 0,00129$$

Calculando CMRR:

$$CMRR = 20\log A_d/A_c$$

$$CMRR = 20\log 10,019/0,00129 = 20 \times 3,89 = 77,8$$

$$CMRR = 77,8\text{dB}$$