

**Universidade Estadual de Campinas**  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO

EE534 (Laboratório de Eletrônica Básica I)

Prof. Bruno Sanches Masiero , Prof. Fernando Ortolano e Monitor  
João Victor Gomes Carneiro

Nome	Henrique Parede De Souza	R.A.	260497
Nome	Mateus De Lima Almeida	R.A.	242827
Nome	Victor Hoshikawa Satoh	R.A.	260711

Data da realização do experimento	25/09/25	Turma	X	Bancada	4
-----------------------------------	----------	-------	---	---------	---

**OBSERVAÇÕES IMPORTANTES**

- Apenas os locais hachurados devem ser preenchidos;
- Este relatório deve ser enviado pelo Classroom;
- Apenas um participante de cada grupo deve enviar o relatório.

**Experimento IV – TRANSISTOR MOS**

**1. OBJETIVOS**

- Determinar experimentalmente as curvas características de um transistor MOS;
- Empregar o Transistor MOS como amplificador, inversor lógico e oscilador em anel.

**2. COMPONENTES**

- 1 CI 4007 DIP;
- 2 Soquetes de 14 pinos;
- 3 Capacitores de 10 nF – poliéster;
- 1 Resistor de cada valor: 100 Ω; 10 kΩ.

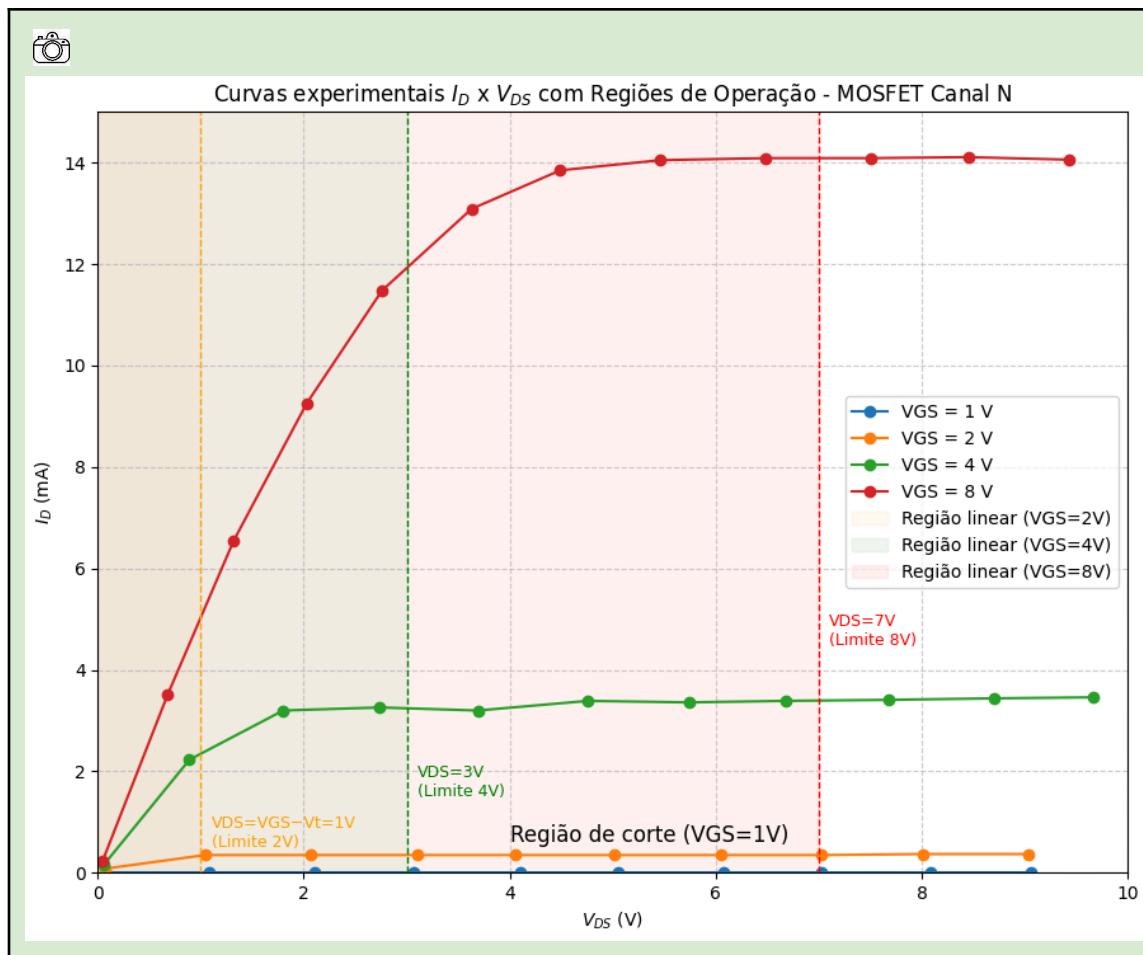
**3. PARTE EXPERIMENTAL**

**3.1. Curva característica do transistor MOS**

- 3.1.1. Monte o circuito da Figura 1. Use duas fontes de tensão independentes.  
**Observe o datasheet do CI 4007 DIP antes de montar.**

- 3.1.2. Trace as curvas  $V_{DS} \times I_D$ , parametrizadas por  $V_{GS}$  do transistor MOSFET canal N. Use  $V_{GS} = 1, 2, 4$  e  $8\text{ V}$ . Faça  $0\text{V} < V_{DS} < 10\text{V}$ . Aumente a densidade de pontos nas proximidades dos joelhos de cada curva.

OBS: Os transistores que não estiverem sendo usados devem ter o dreno conectado à fonte. Por exemplo, caso você utilize o MOSFET dos terminais 6, 7 e 8 do CI4007, os terminais a seguir devem ser curto-circuitados: (1, 2), (4, 5), (9, 11, 12) e (13, 14). **(2 pontos)**



- 3.1.3. Indique no próprio gráfico obtido experimentalmente do MOSFET caracterizado (item anterior), cada região de operação (linear, saturação e corte). **(1 ponto)**

- 3.1.4. Comente seus resultados. **(1 ponto)**

- Uma primeira observação que pode ser feita é que com o aumento da tensão, há um aumento na região linear e na corrente de saturação;
- A saturação ocorre próximo de  $V_{DS} = V_{GS} - V_{TH}$ ;

- A partir do modelo teórico sabemos que  $I_D$  cresce com o quadrado da diferença entre  $V_{GS}$  e  $V_{TH}$ . Conseguimos observar este comportamento para a região de transição entre o linear e a saturação.

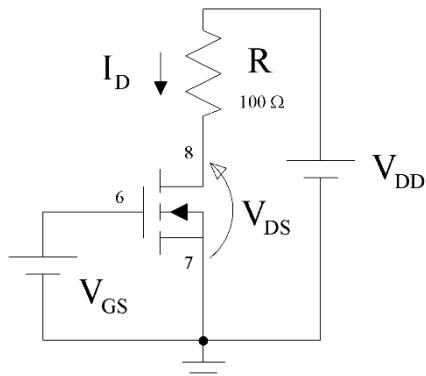


Figura 1

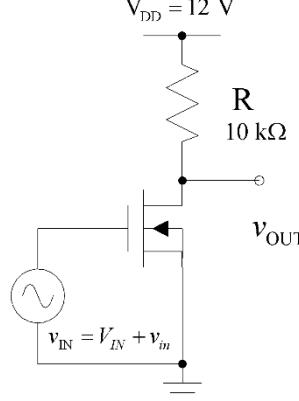


Figura 2

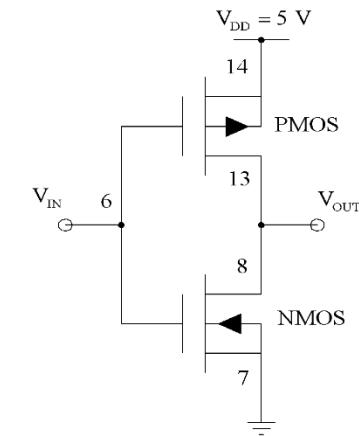
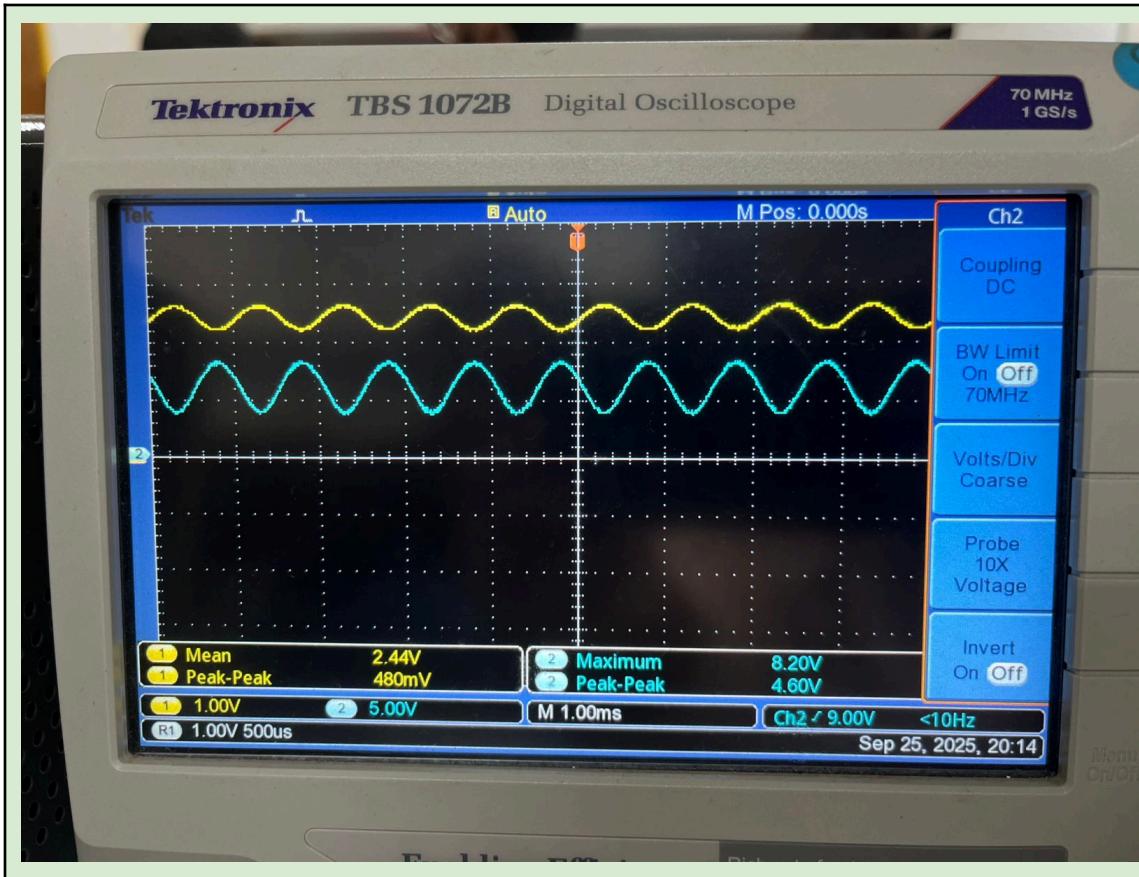


Figura 3

### 3.2. Aplicações Analógicas

- 3.2.1. Monte o circuito da Figura 2.
- 3.2.2. Ajuste no gerador de sinais um sinal senoidal com amplitude  $V_{PP} = 200 \text{ mV}$  e frequência de 1 kHz ( $v_{in}$ ).
- 3.2.3. Aumente gradativamente o valor do offset ( $V_{IN}$ ) do gerador de sinais ao mesmo tempo que monitora a tensão de saída  $V_{out}$  com o segundo canal do osciloscópio. O aumento de  $V_{IN}$  muda o ponto de operação do transistor. Assim que aparecer um sinal senoidal na saída, continue aumentando  $V_{IN}$  para alterar o valor da transcondutância  $g_m$ .
- 3.2.4. Ajuste  $V_{IN}$  para que o ganho seja  $-10$ . Registre os sinais de entrada e saída com o osciloscópio (acoplamento AC). **(1 ponto)**





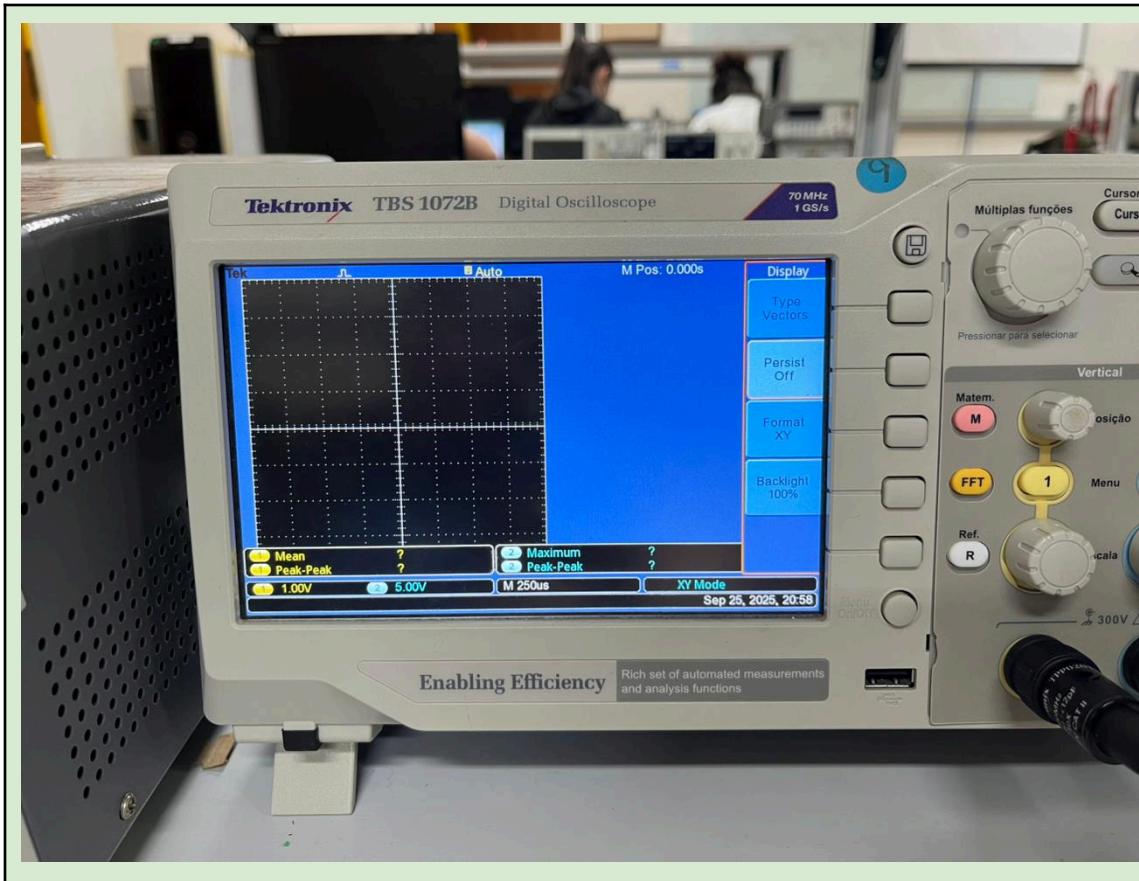
- 3.2.5. Calcule o valor aproximado da transcondutância do processo de fabricação ( $\mu C_{ox} \frac{W}{L}$ ) deste transistor. **(1 ponto)**

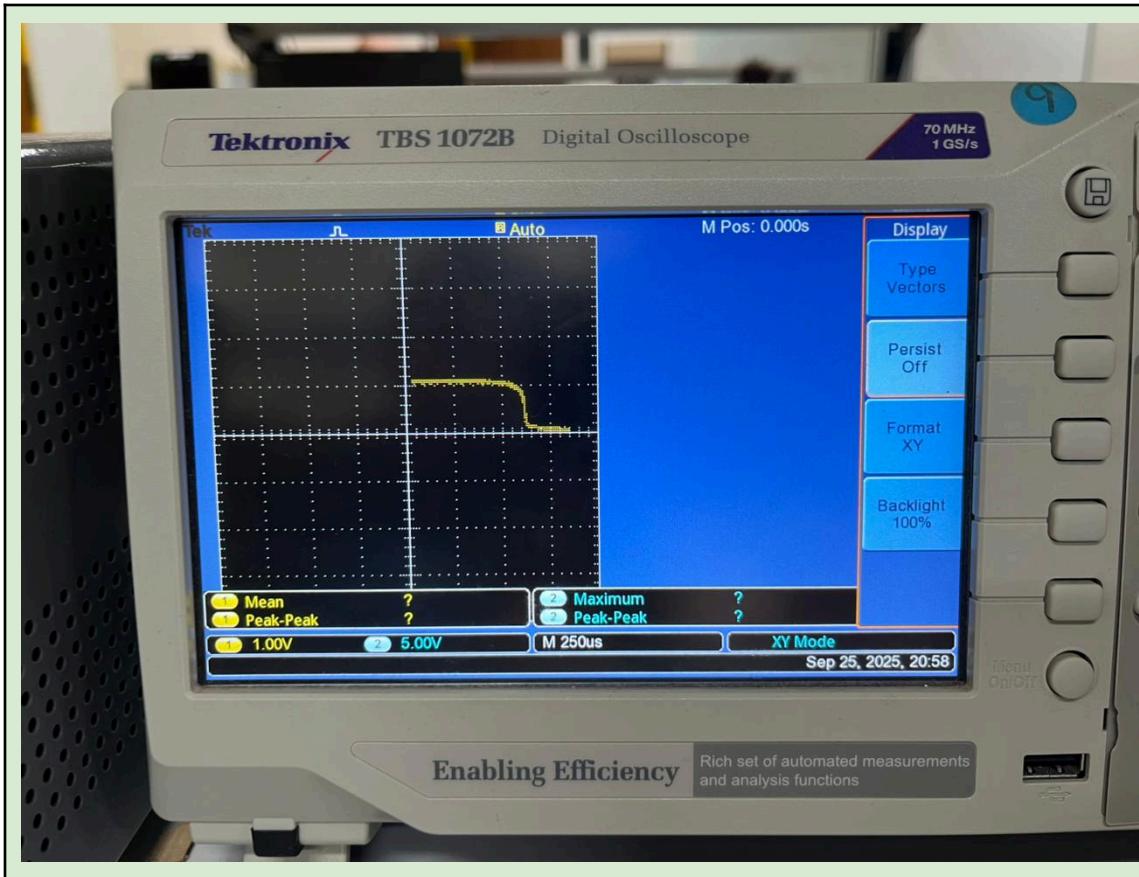
$$g_m = 4 \times 10^{-4} \text{ A/V}^2$$

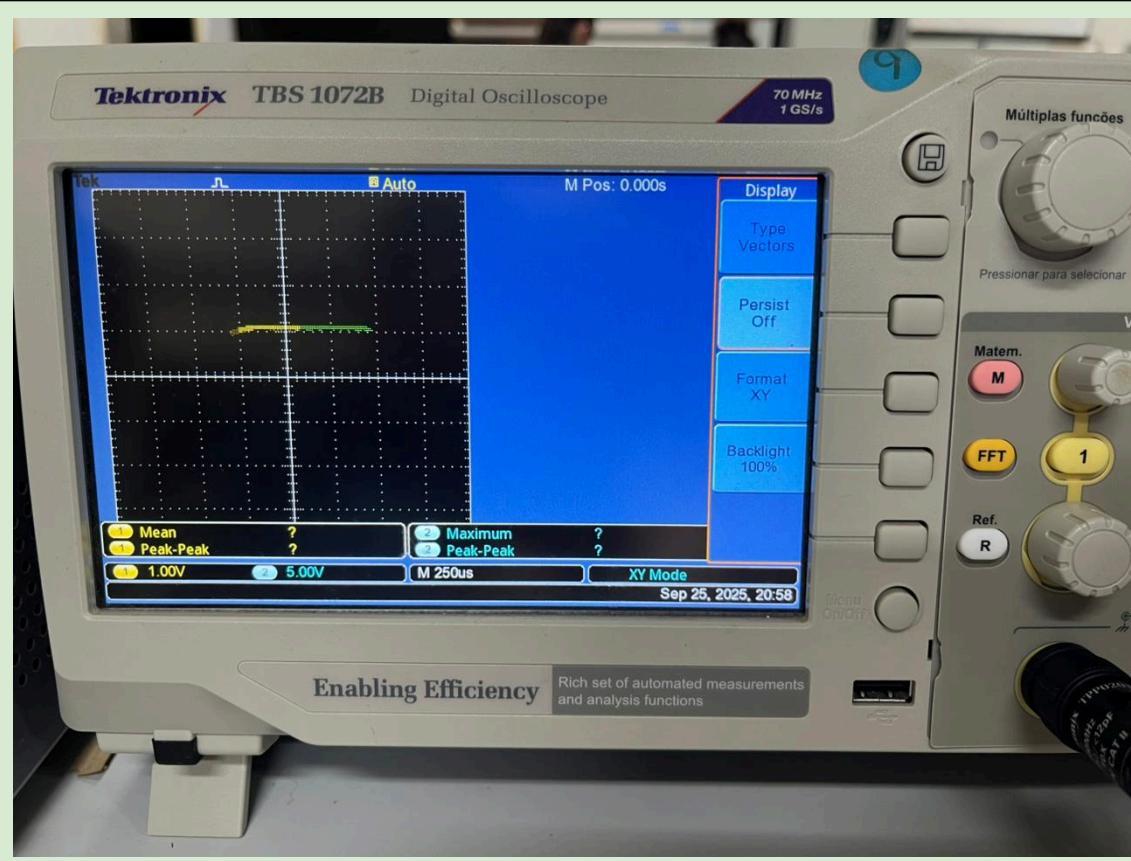
### 3.3. Aplicações Digitais

- 3.3.1. A Figura 3 mostra o esquema elétrico de um inverter lógico. Aplique na entrada um sinal senoidal com as seguintes características:  $V_{PP} = 5 \text{ V}$ ,  $V_{offset} = 2,5 \text{ V}$ ,  $frequência = 100 \text{ Hz}$ .
- 3.3.2. Utilize o modo de operação XY do osciloscópio para obter a característica de transferência deste inverter. Comente. **(1 ponto)**





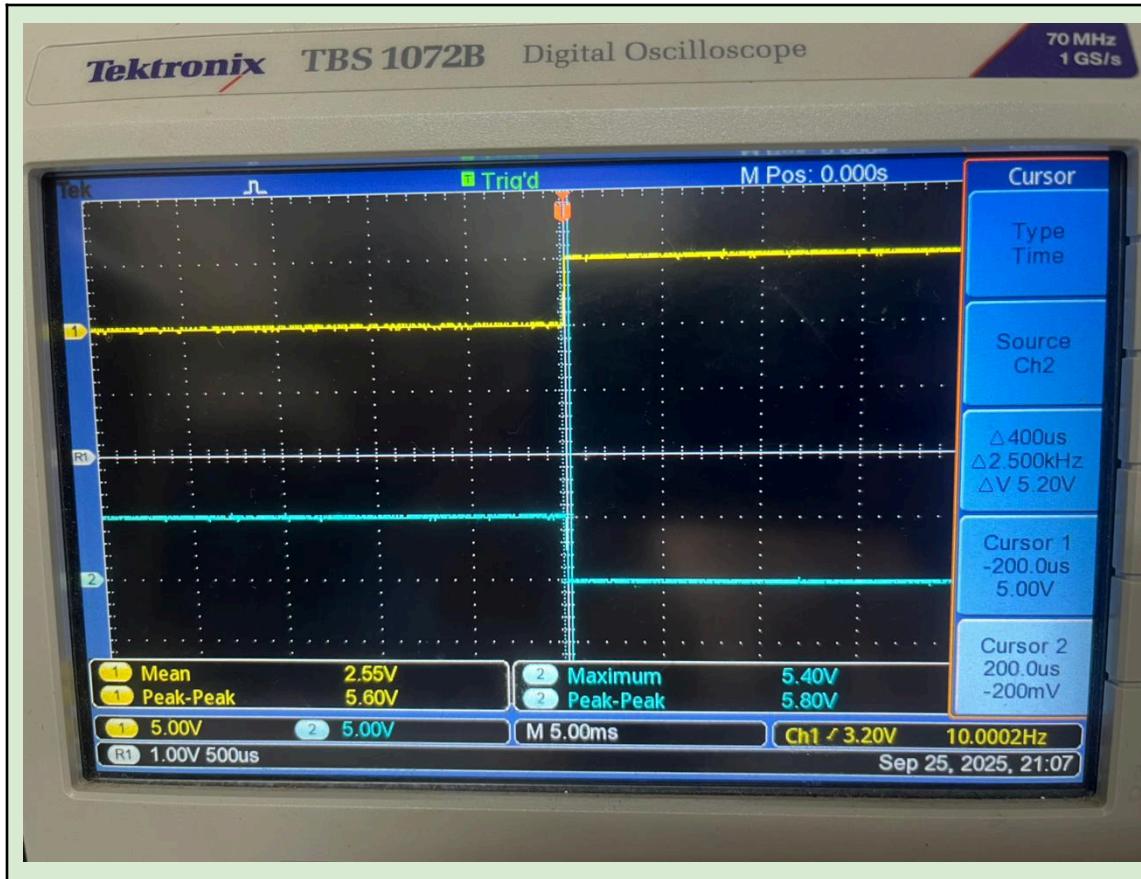




A primeira, segunda e terceira imagens correspondem, respectivamente à  $V_{offset} = 5V$ ,  $2,5V$ ,  $0V$ . A partir da imagem 1 percebemos que para  $5V$  o estado lógico é baixo é 0. Já para  $0V$ , o estado lógico é alto. Sendo assim, a imagem 2 uma transição entre esses estados.

- 3.3.3. Aplique agora na entrada uma forma de onda quadrada com a mesma amplitude anterior  $V_{PP} = 5V$ ,  $V_{offset} = 2,5V$ . Retire o osciloscópio do modo XY e visualize a entrada e saída em função do tempo. Escolha uma frequência que possibilite medir os tempos de subida, de descida e de atraso da saída. Registre os sinais de entrada e saída com o osciloscópio (acoplamento CC). (1 ponto)

$t_s = 0,2m$	$t_d = 0,2m$	$atraso = 0,4m$



3.3.4. Monte o circuito oscilador em anel mostrado na Figura 4. Registre a saída com o osciloscópio. **(2 pontos)**

OBS.: Ignore a numeração dos terminais no diagrama, utilize o *datasheet* para saber qual a numeração correta.

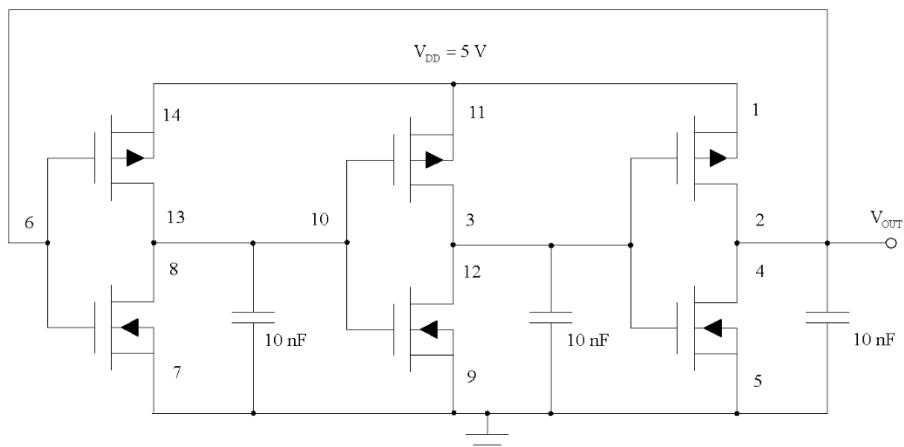
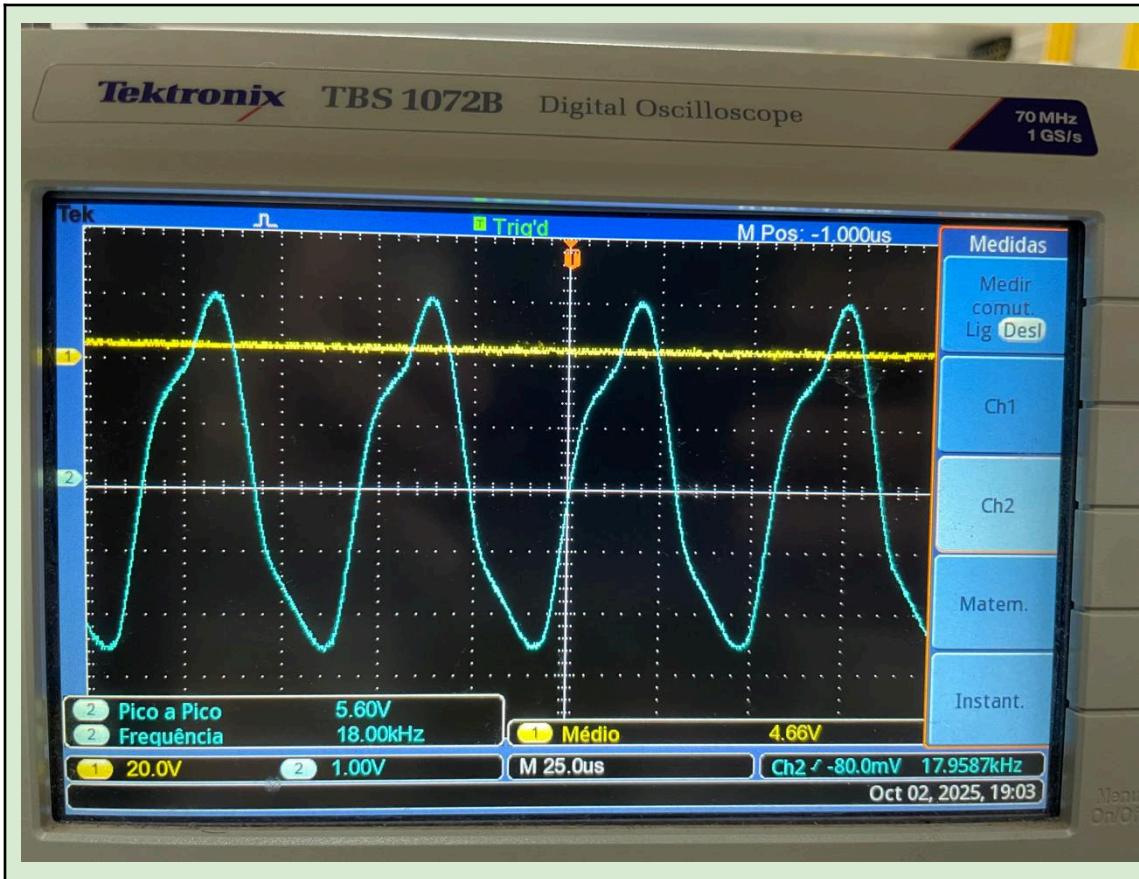


Figura 4





#### 4. BIBLIOGRAFIA

- A. S. Sedra, K.C.Smith, Microeletrônica, Makron Books Ltda.
- B. R. Boylestad e L. Nashelsky, Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos, Prentice-Hall.