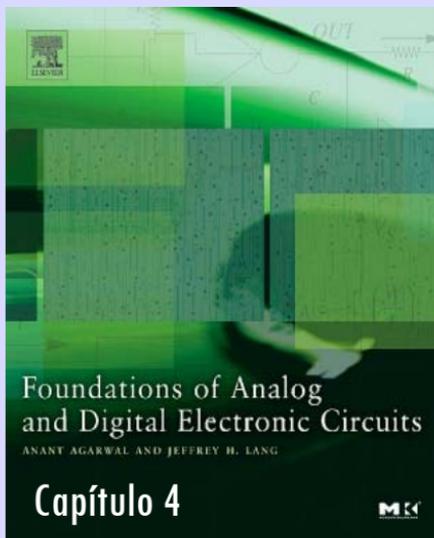


Aula 8: Análise simplificada de circuitos não lineares

PSI3262: Fundamentos de Circuitos Eletrônicos Digitais e Analógicos

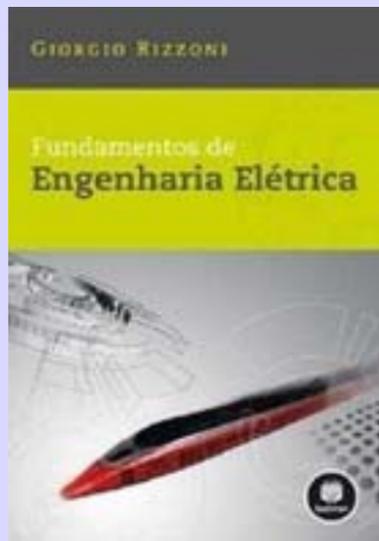
Aula(s)	Data(s)	Assunto	Capitulo
1	04/08/2015	A abstração em circuitos eletrônicos	1
2	05/08/2015	Redes resistivas	2
3	11/08/2015		
4	12/08/2015	Teoremas de redes	3
5	18/08/2015		
6	19/08/2015		
7	25/08/2015		
8	26/08/2015	Análise de circuitos não lineares	4
9	01/09/2015		
10	02/09/2015	A abstração digital A chave MOSFET	5 6
11	15/09/2015	Elementos para armazenamento de energia	9
12	16/09/2015		
13	22/09/2015	Impedância e frequência em regime permanente senoidal	13
14	23/09/2015		
15	29/09/2015	Exercícios	
16	30/09/2015	Prova 1	



[Foundations of Analog and Digital Electronic Circuits, 1st Edition](#)

[A. Agarwal, J.H. Lang](#)

[\(ebook: 9780080506814\)](#)



[Fundamentos de Engenharia Elétrica](#)
[Giorgio Rizzoni \(8565837211\)](#)

3

8ª e 9ª Aulas: Introduzindo outros elementos (não lineares) em nossos circuitos

Ao final desta aula você deverá estar apto a:

- Analisar redes não lineares em corrente contínua (CC)
- Analisar circuitos CC com transistores bipolares npn operando no modo ativo
- Analisar circuitos CC com transistores FET operando no modo saturação

4

PSI3262: Fundamentos de Circuitos Eletrônicos Digitais e Analógicos

Ao final deste curso você deverá estar apto a: (colocar tres ou quatro topicos amplos, usando verbos como analisar, projetar, explicar, dentificar, etc.)

Explos:

- Analisar e Projetar amplificadores com transistores bipolares e FET! considerando os requisitos de ganho (de tensão, corrente), impedância (de entrada/de saída) e a resposta em frequência
- Analisar e projetar circuitos com Amplificadores Operacionais (AOs) considerando as limitações de desempenho reais dos AOs
- Identificar as principais configurações de amplificadores de potência e explicar suas características fundamentais
- Explicar e empregar conceitos de realimentação negativa para ajustar valores de ganho, impedância e resposta em frequência de amplificadores de um modo geral

5

PSI 2306 –Eletrônica Programação para a Primeira Prova

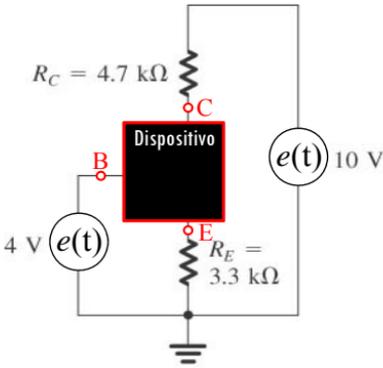
Até a primeira prova você deverá estar apto a:

- Analisar redes resistivas e Projetar amplificadores com transistores bipolares e FET! considerando os requisitos de ganho (de tensão, corrente), impedância (de entrada/de saída) e a resposta em frequência

6

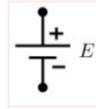
Vamos analisar uma rede elétrica um pouco diferente

Exercício 1: Considere o circuito mostrado na Figura abaixo. Desejamos analisar esse circuito para determinar todas as tensões nodais e correntes dos ramos.

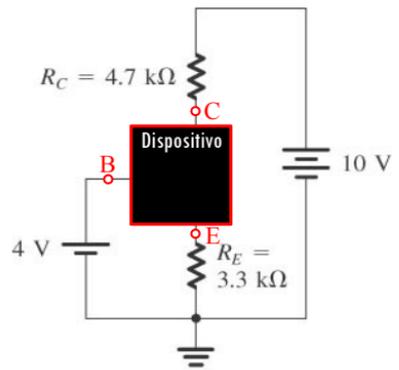
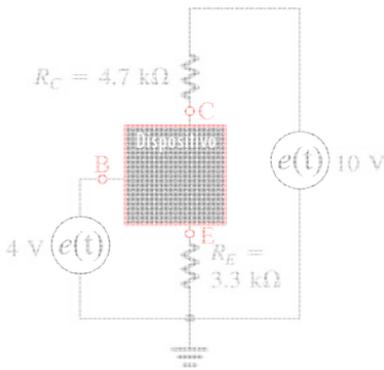


1 Geradores independentes e ideais

Bipolos ativos que tem a função de introduzir energia de forma continuada nos circuitos elétricos
Geradores de tensão



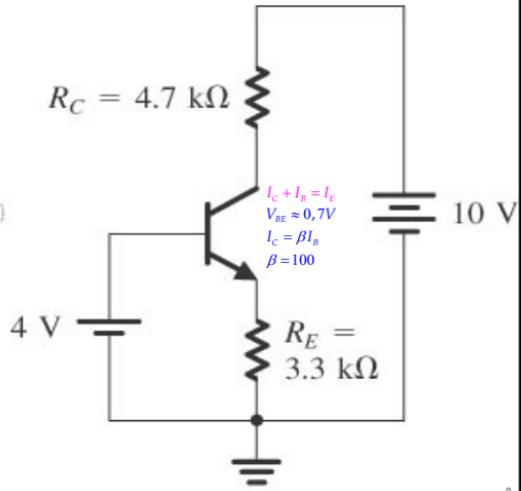
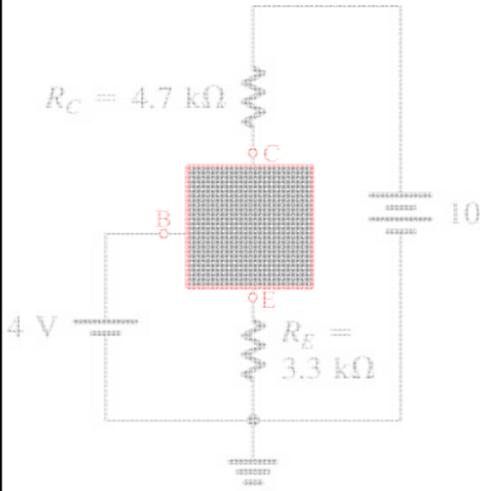
Exercício 1: Considere o circuito mostrado na Figura abaixo. Desejamos analisar esse circuito para determinar todas as tensões nodais e correntes dos ramos.



Abrindo a Caixa Preta

Exercício 1: Considere o circuito mostrado na Figura abaixo. Desejamos analisar esse circuito para determinar todas as tensões nodais e correntes dos ramos.

Informações (leis) do Dispositivo????



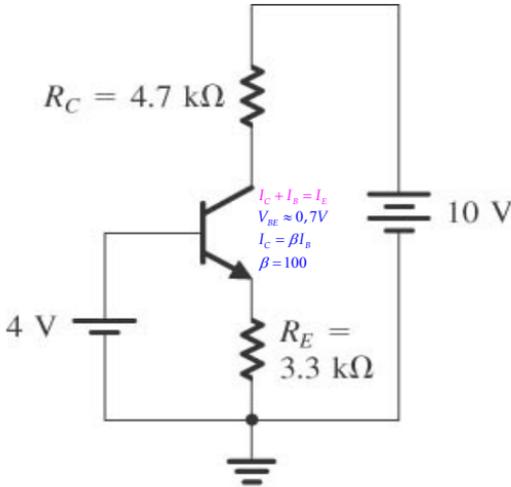
PSI3262

Aula 8:

Análise simplificada de circuitos não lineares

Abrindo a Caixa Preta

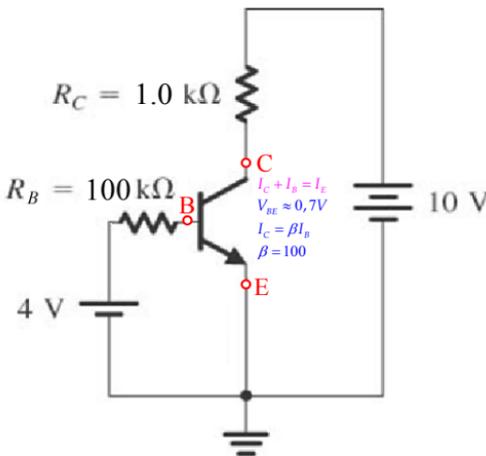
Exercício 1: Considere o circuito mostrado na Figura abaixo. Desejamos analisar esse circuito para determinar todas as tensões nodais e correntes dos ramos.



11

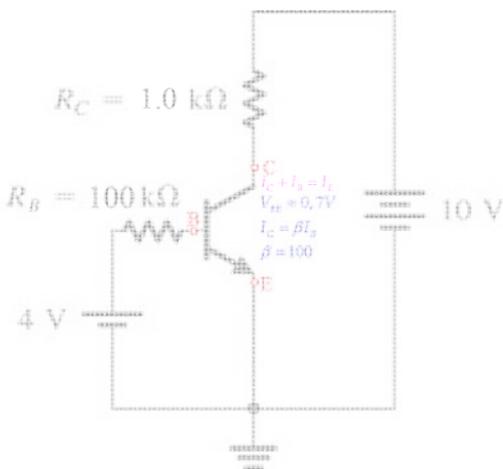
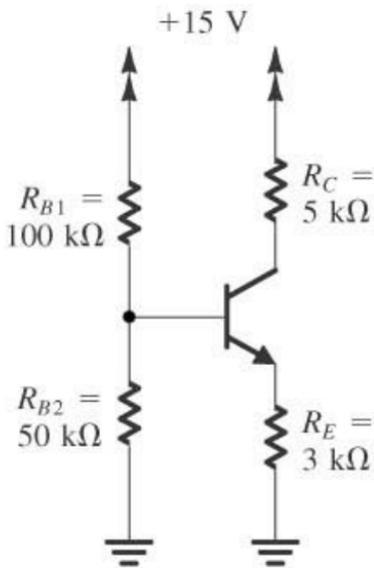
Exercício 2: Considere o circuito mostrado na Figura abaixo. Desejamos analisar esse circuito para determinar todas as tensões nodais e correntes dos ramos.

Informações (leis) do Dispositivo???



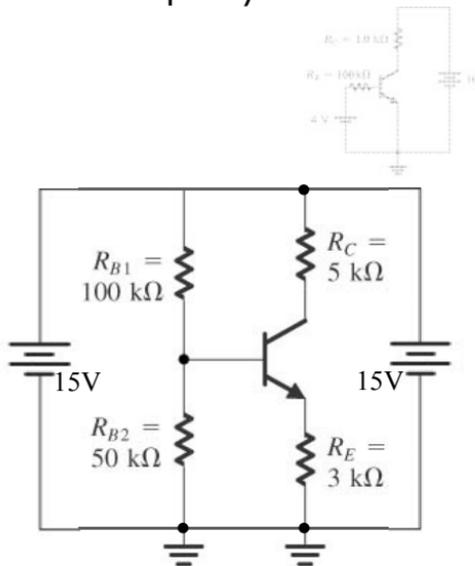
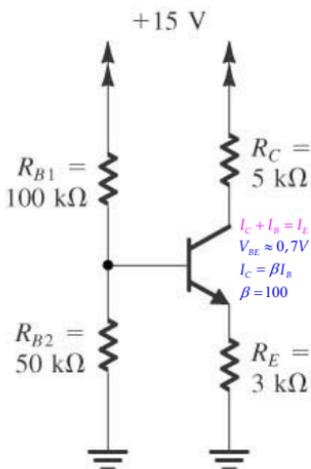
12

Exercício 3. Desejamos analisar o circuito abaixo para determinar todas as tensões nodais e todas as correntes nos ramos. Suponha $\beta = 100$.

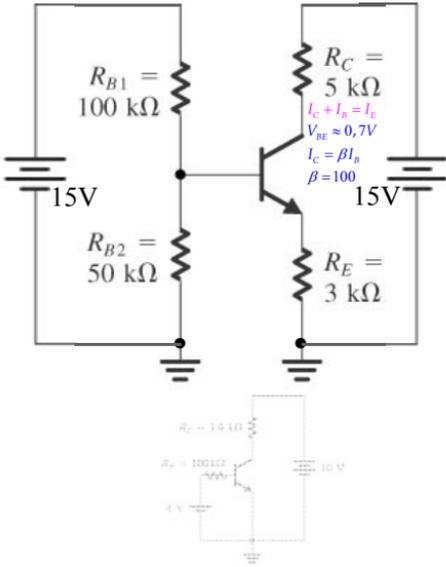


Exercício 3. Desejamos analisar o circuito abaixo para determinar todas as tensões nodais e todas as correntes nos ramos. Suponha $\beta = 100$.

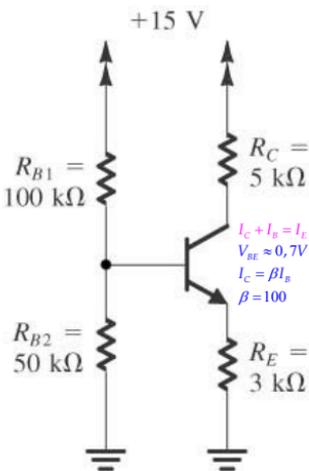
Informações (leis) do Dispositivo????



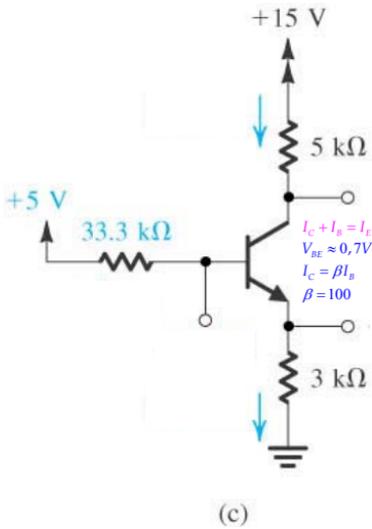
Exercício 3. Desejamos analisar o circuito abaixo para determinar todas as tensões nodais e todas as correntes nos ramos. Suponha $\beta = 100$.



Exercício 3. Desejamos analisar o circuito abaixo para determinar todas as tensões nodais e todas as correntes nos ramos. Suponha $\beta = 100$.

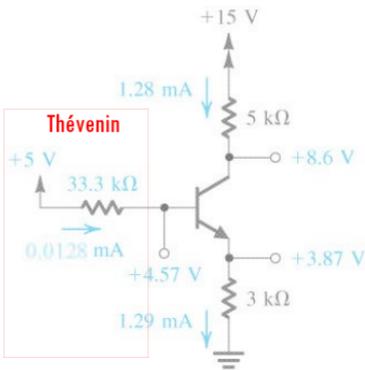


Exercício 3. Desejamos analisar o circuito abaixo para determinar todas as tensões nodais e todas as correntes nos ramos. Suponha $\beta = 100$.



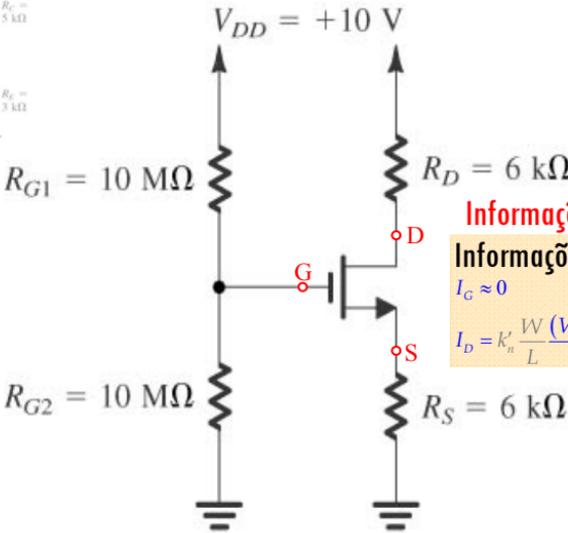
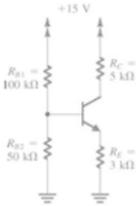
17

Exercício 3. Desejamos analisar o circuito abaixo para determinar todas as tensões nodais e todas as correntes nos ramos. Suponha $\beta = 100$.



18

Exercício 4. Desejamos analisar o circuito abaixo para determinar todas as tensões nodais e todas as correntes nos ramos. Suponha $\beta = 100$.



Informações do Dispositivo????

Informações (leis)

$$I_G \approx 0$$

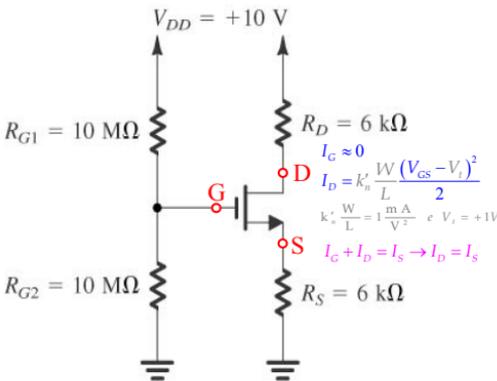
$$I_D = k'_n \frac{W}{L} \frac{(V_{GS} - V_t)^2}{2}$$

Constantes:

$$k'_n \frac{W}{L} = 1 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$$

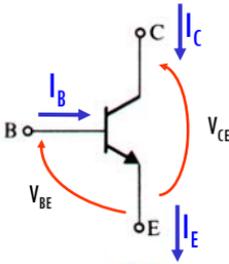
$$V_t = 1,0\text{V}$$

Exercício 4. Desejamos analisar o circuito abaixo para determinar todas as tensões nodais e todas as correntes nos ramos. Suponha $\beta = 100$.

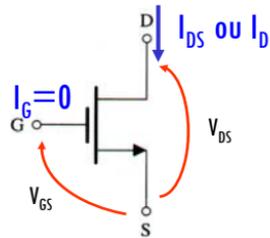


Quem são esses dispositivos que estamos analisando?

TRANSISTORES !



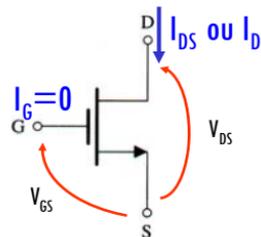
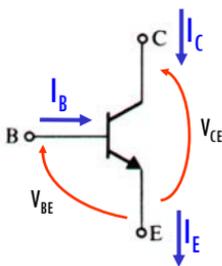
Transistor Bipolar
npn (seta para fora)



Transistor MOS
Canal n (seta para fora)

21

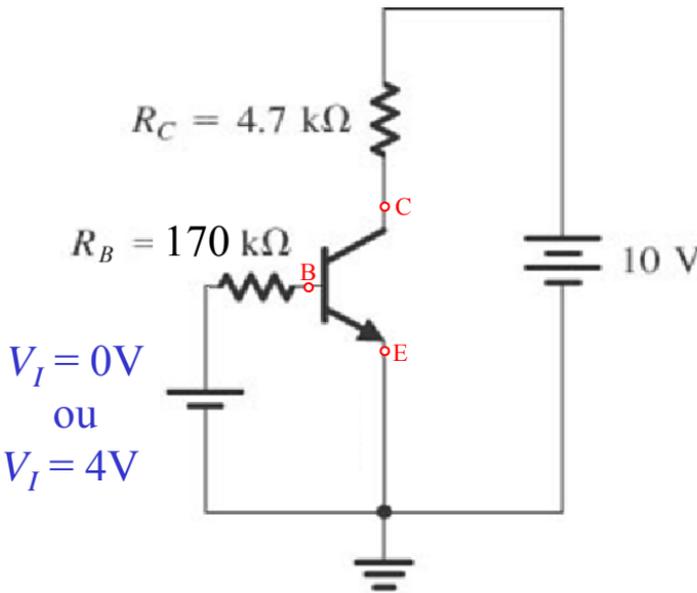
Uma nota sobre os Transistores e suas leis



- As leis apresentadas só valem se garantirmos algumas condições
- Não vamos discutir a origem desses condições agora mas:
 - Para o transistor bipolar npn respeitar as leis apresentadas, ele tem que estar na região ATIVA, onde simplificada $V_C > V_B > V_E$ e $V_{BE} > 0,5V$
 - Para o transistor MOS canal n respeitar as leis apresentadas ele tem que estar na região de SATURAÇÃO, onde simplificada $V_{GS} > V_t$; $0 < V_{GS} - V_t < V_{DS}$

22

Exercício 2 Revisitado: O que acontece se V_I for 0V? E se for 4V?



Leis do Transistor Bipolar npn

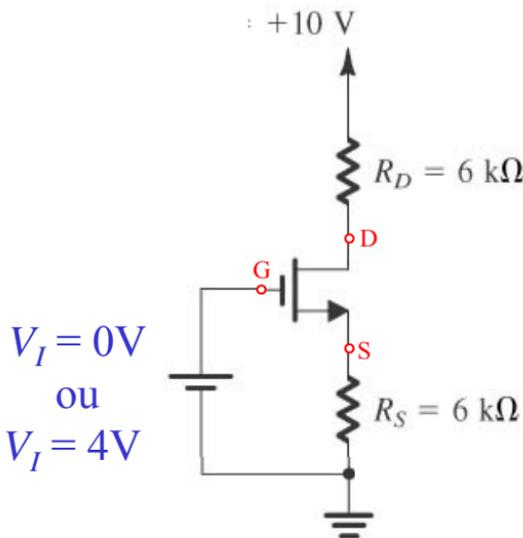
A T I V A
Se $V_c > V_b > V_e$
e $V_{BE} > 0,5\text{V}$
 $V_{BE} \approx 0,7\text{V}$
 $I_C = \beta I_B$
 $\beta = 100$

C O R T E
Se $V_{BE} < 0,5\text{V}$
 $I_C = I_B = I_E = 0$

S R A T U O
Se $V_{CE} < 0,3\text{V}$
 $V_{BE} = 0,7\text{V}$
 $V_{CE} = 0,3\text{V}$

23

Exercício 4 Revisitado: O que acontece se V_I for 0V? E se for 4V?



Leis do Transistor FET

S R A T U O
Se $V_{GS} > V_T$ e $V_{DS} > V_{GS} - V_T$
 $I_G \approx 0$
 $I_D = k'_n \frac{W}{L} \frac{(V_{GS} - V_T)^2}{2}$

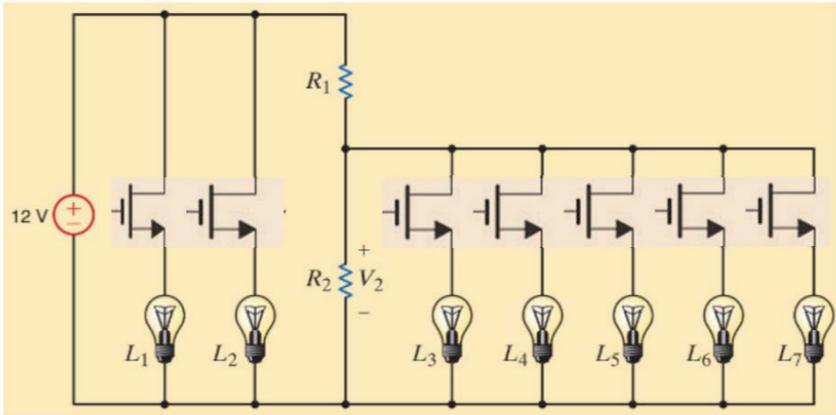
C O R T E
Se $V_{GS} < V_T$
 $I_G = I_D = I_S = 0$

Pa ra b ó T R I O D O L i n e a r
Se $V_{GS} > V_T$ e $V_{DS} < V_{GS} - V_T$
 $I_G \approx 0$
 $I_D = k'_n \frac{W}{L} \left[(V_{GS} - V_T) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$
Se $V_{GS} > V_T$ e $V_{DS} < V_{GS} - V_T$
e $V_{DS} < 100\text{mV}$
 $I_G \approx 0$
 $I_D = \frac{V_{DS}}{r_{DS}}$ onde $r_{DS} = 1 / k'_n \frac{W}{L} (V_{GS} - V_T)$

24

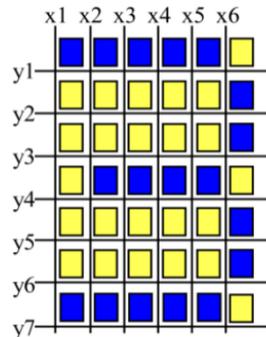
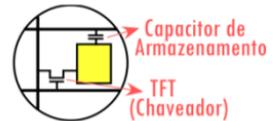
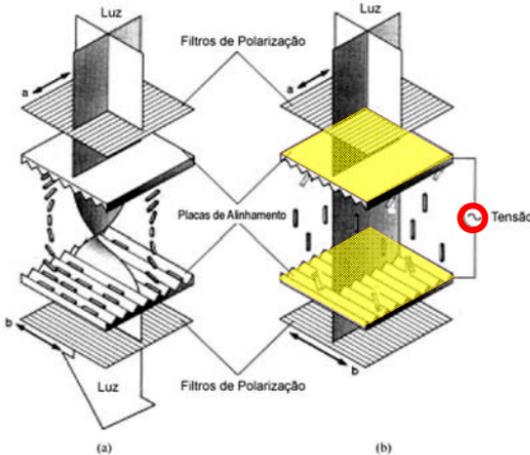
Vamos analisar de novo um circuito que já vimos

Projeto de Painel Eletrônico para Dispositivo Eletrônico



Como fazer as chaves ficarem automáticas? **TRANSISTORES!**

Mas será que isso tem alguma aplicação?



LCD Matriz Ativa

Será que posso ampliar o Display? Será que posso colocar várias cores?

