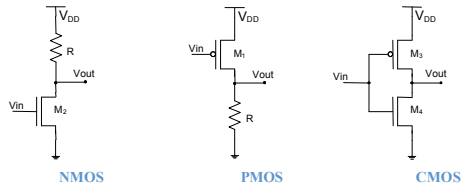


## Trabalho Prático nº4 pt1: Portas Lógicas

Considere os seguintes circuitos lógicos, com:

$V_{DD} = 5V$  M1 a M4 = CD4007  $R = 4.7k\Omega$

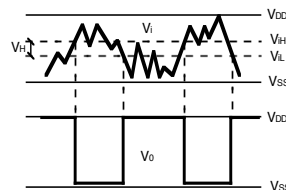


1. Qual a função lógica implementada pelos circuitos anteriores?
2. Observe a *voltage transfer characteristic* (VTC) de cada um dos circuitos com o osciloscópio em modo XY. Para o efeito pode utilizar um sinal triangular que varie entre 0V e  $V_{DD}$  com uma frequência de 1kHz.
3. Compare as VTC das 3 portas. Que diferenças observa? Como as explica?
4. Ligue um condensador  $C=10nF$  à saída de cada circuito e meça o tempo de propagação de cada porta.
5. Compare os tempos de propagação de cada porta. Qual a mais rápida?

## Trabalho Prático nº4 pt2: Aplicações de CMOS

O circuito integrado CD4093B (que também aparece sob outras designações, vg, HCF4093B ou MC14093B) contém 4 portas NAND de 2 entradas.

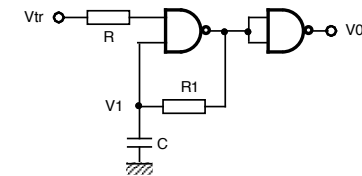
Tem a particularidade de as suas entradas possuírem histerese ( $V_H = V_{IH} - V_{IL}$ ), ou seja, só assumem o nível lógico “1” se na entrada se ultrapassar um limiar  $V_{IH}$  e, pelo contrário, é necessário um nível inferior a  $V_{IL}$  para que seja interpretado como “0”; na zona intermédia, entre  $V_{IL}$  e  $V_{IH}$ , a porta mantém o estado da transição anterior. A figura ao lado ilustra bem o funcionamento de uma porta inversora com histerese.



Neste trabalho, a alimentação será  $V_{DD} = +5V$  e  $V_{SS} = 0V$ . Todas as entradas não utilizadas devem ser colocadas a  $V_{SS}$ .

Regule o gerador de modo a obter uma onda triangular entre 0V e +5V, e monte o circuito acima, com  $V_{tr} = V_{DD}$  e  $R = 1 k\Omega$ .

1. Escreva a tabela de verdade de um NAND.
2. Com o osciloscópio, determine e registre os valores de  $V_{IH}$  e de  $V_{IL}$ .



Monte o circuito acima, com  $V_{tr} = V_{DD}$ ,  $R = 1 k\Omega$ ,  $R_1 = 100 k\Omega$  e  $C = 10 nF$ .

O NAND na saída funciona como “buffer”, impedindo que uma eventual carga à saída altere os valores das tensões (“0” e “1”) da saída da primeira porta.

Nota: o *duty-cycle* ( $\delta$ ) de um sinal rectangular é dado por  $\delta = (\text{ton}/T) \times 100\%$ , sendo  $T$  o período do sinal e  $\text{ton}$  o tempo a “high”.

3. Verifique que o circuito funciona como gerador de onda rectangular e registre o sinal de saída, bem como o sinal aos terminais de  $C$  ( $V_1$ ).
4. Compare a amplitude do sinal  $V_1$  com  $V_{IH}$  e de  $V_{IL}$ . Relacionando  $V_1$  com a onda à saída do primeiro NAND, tente explicar o funcionamento do circuito. Verificará que  $V_1$  se comporta como a saída de um circuito RC passa-baixo. Porquê?
5. Para  $V_0$  meça e registre  $\text{ton}$ ,  $T$  e  $\delta$ . Relacionando os valores extremos de  $V_1$  com  $V_{DD}$ , tente explicar a razão porque  $\delta \neq 50\%$ .