INVERSORES CON CARGA RESISTIVA

Gladys O. Ducoudray

28 de enero de 2015

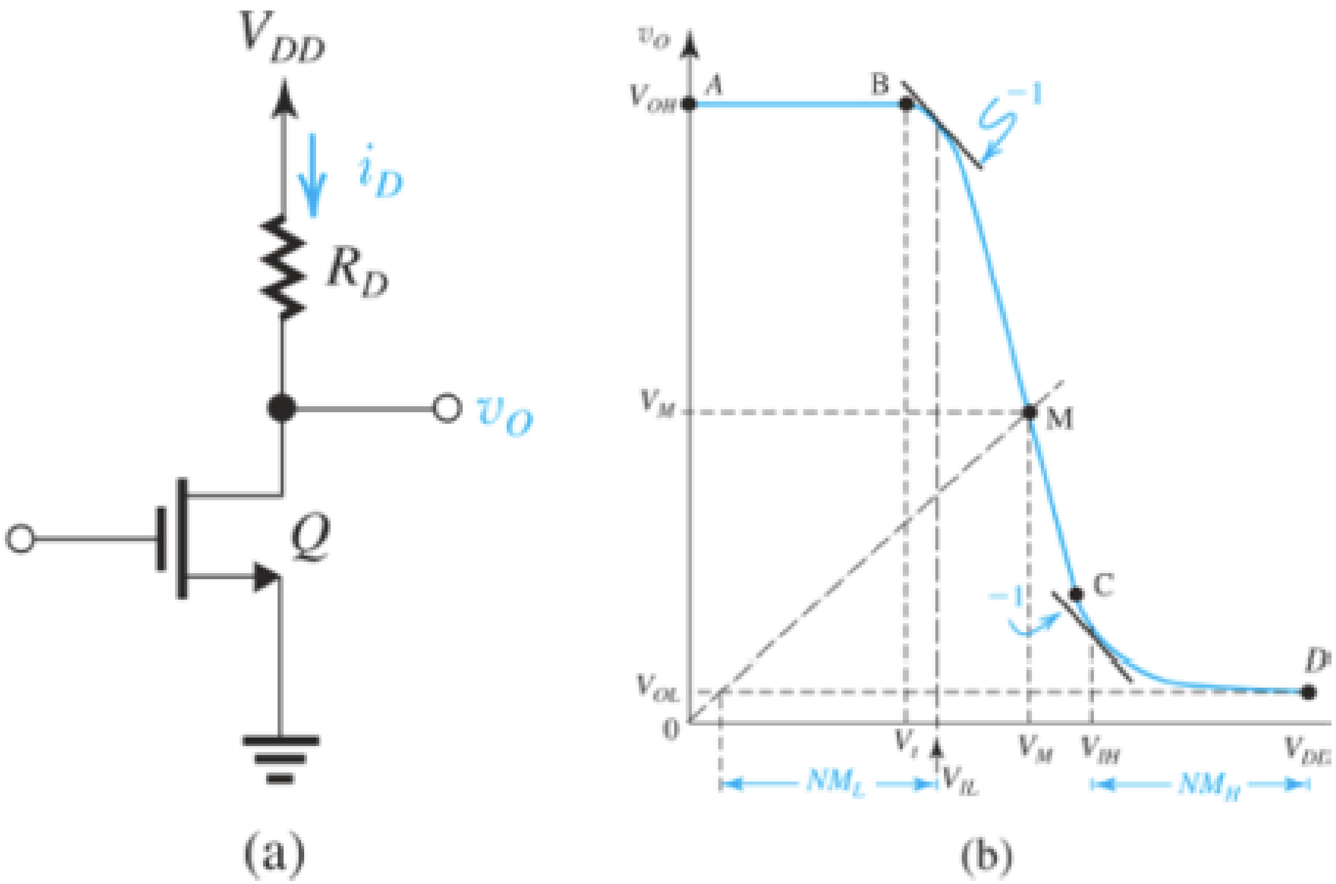
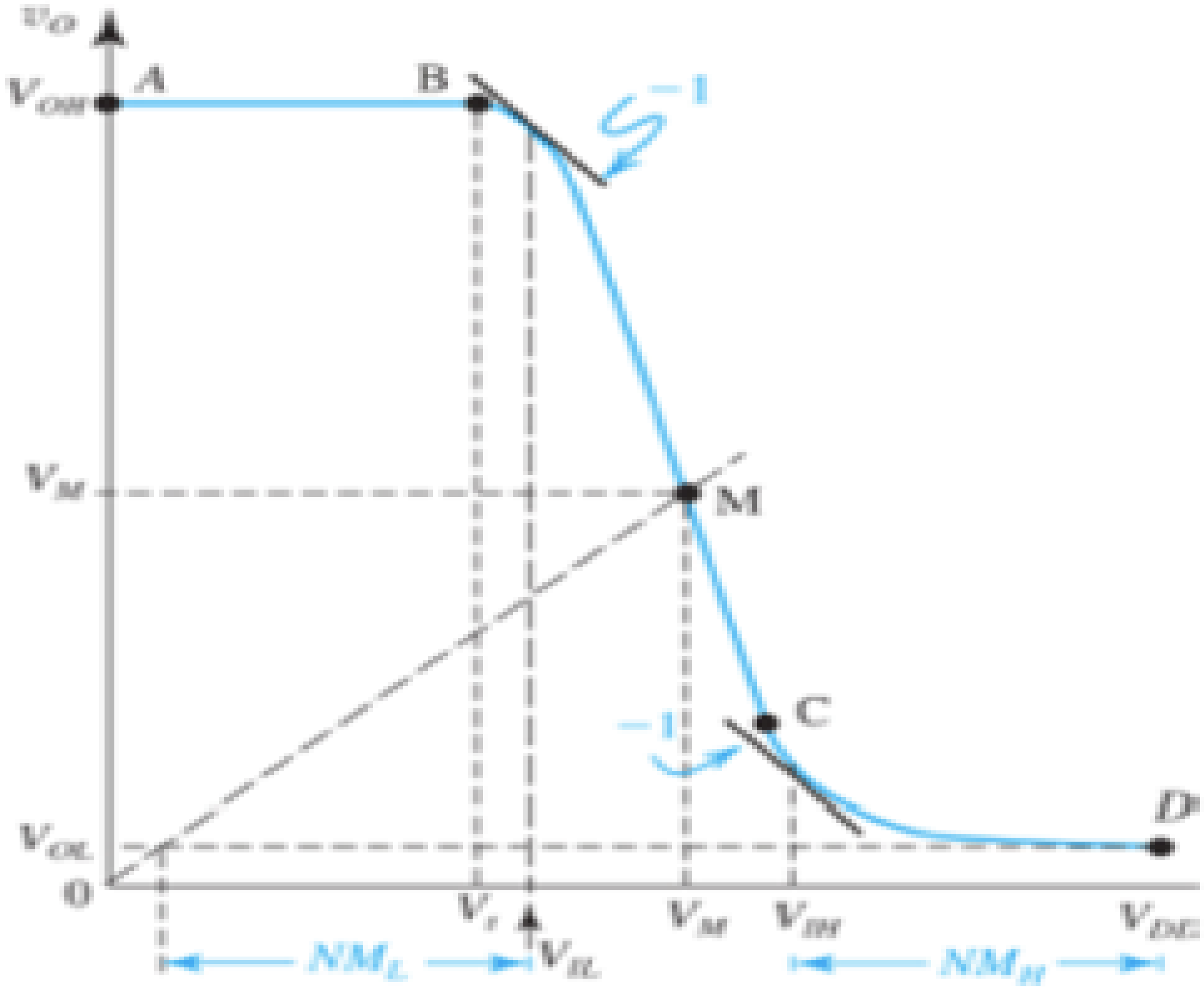


Figure 14.10 The resistively loaded MOS inverter and its VTC (Example 14.1).

EXAMPLE: V_{DD} = 1.8V, V_T = 0.5V, K_N = 300μA/V^2, W/L= 1.5 AND R_D=25KΩ. FIND V_{OH}, V_{OL}, V_{IL}, V_{IH} AND V_M.



VOH CUANDO VIN<VTN VOUT=VDD=1.8 VOH=1.8V

VOL Definition

Por definición *VOL es la salida que se obtiene cuando la entrada es* igual a *VOH = 1.8V.*

VI=VOH

Como la salida es pequeña y la entrada es grande, el transistor opera en la región de tríodo y

$$i_D = K_n \frac{W}{L} V_{DS}\left(V_{GS} - V_{tn} - \frac{V_{DS}}{2}\right)$$

Solucion Matemática

$i_D = (0.15mA/V^2\ \ (1.5)(2(1.8 - 0.5)V_{OL} - V_{OL}^2))$

$V_{OL} = 1.8V - R_D i_D$
$= 1.8V - 5.625(2.6V_{OL} - V_{OL}^2)$

lo que resulta en la ecuación cuadrática

$5.625V_{OL}^2 - 15.625V_{OL} + 1.8 = 0$

La única solución con sentido físico produce

$$V_{OL} = 0.12V$$

VIL Definition

Como $v_O = v_{DS}$ *es grande y* v_i *es pequeño, Q debe estar saturado* y

$$i_D = \frac{K_n}{2}\frac{W}{L}\left(V_{GS} - V_{tn}\right)^2$$

KVL dicta que

$$v_O = V_{DD} - i_D R_D$$

= $1.8V -(25k\Omega \;\; 0.15mA/V^2 \;\; 1.5)\,(vi - 0.5V)^2$

Solucion Matemática

$v_O = 1.8V - (5.625)\,(vi - 0.5V)^2$

$$\frac{\partial v_O}{\partial v_i} = -2(5.625)(v_i - 0.5V)$$

Cuando $v_i = V_{IL}$,

$$\frac{\partial v_O}{\partial v_i} = -1$$

entonces

$-1 = -2(5.625)\,(V_{IL} - 0.5V)$

V_{IL}=0.589V

VIH Definition

Solución Matemática

Como $v_O = v_{DS}$ es pequeño y v_i es grande, Q debe estar en tríodo y

$$i_D = K_n \frac{W}{L} V_{DS}\left(V_{GS} - V_{tn} - \frac{V_{DS}}{2}\right)$$

KVL dicta que

$$v_O = V_{DD} - i_D R_D$$

$i_D = (0.15mA/V^2 \ (1.5)(2(v_i - 0.5)v_O - v_O^2))$

$v_O = 1.8V - (25k\Omega \ 0.15mA/V^2 \ 1.5)(2(vi - 0.5)v_O - v_O^2)$

$v_O = 1.8V - (5.625)(2(vi - 0.5)v_O - v_O^2)$

$$\frac{\partial v_O}{\partial v_i} = -(5.625)\left(2\frac{\partial v_O}{\partial v_i}(v_i - 0.5V) + 2v_O - 2v_O\frac{\partial v_O}{\partial v_i}\right)$$

Cuando $v_i = V_{IH}$,

$$\frac{\partial v_O}{\partial v_i} = -1$$

asi que

$$-1 = -5.625\,(-2(V_{IH} - .5) + 4v_O)$$

$$1/11.25 = -V_{IH} + .5 + 2v_O$$

$$V_{IH} - 0.5 = 2v_O - 1/11.25$$

No sabemos VIH ni VO por lo tanto usamos el KVL del principio

Este es mas complejo

Como la ecuación dictada por KVL aun aplica, si representamos
el valor especifico de v_O *que satisface la condición anterior por x,*
podemos escribir que

$$x = V_{DD} - i_D R_D$$

$$= 1.8V-(5.625)(2(2x - 1/11.25)x - x^2)$$

$$= 1.8V - 11.25(2x - 1/11.25)x + 5.625x^2$$

$$= 1.8V - 22.5x^2 + x + 5.625x^2$$

$$x = \sqrt{1.8/16:875} = 0.327 = v_O$$

$$\boxed{VIH = 2(0.327) + 0.411 = 1.06V}$$

$V_O = 1.8V - (25k\Omega\ \ 0.15mA/V^2\ \ 1.5)\ (vi - 0.5V)^2$

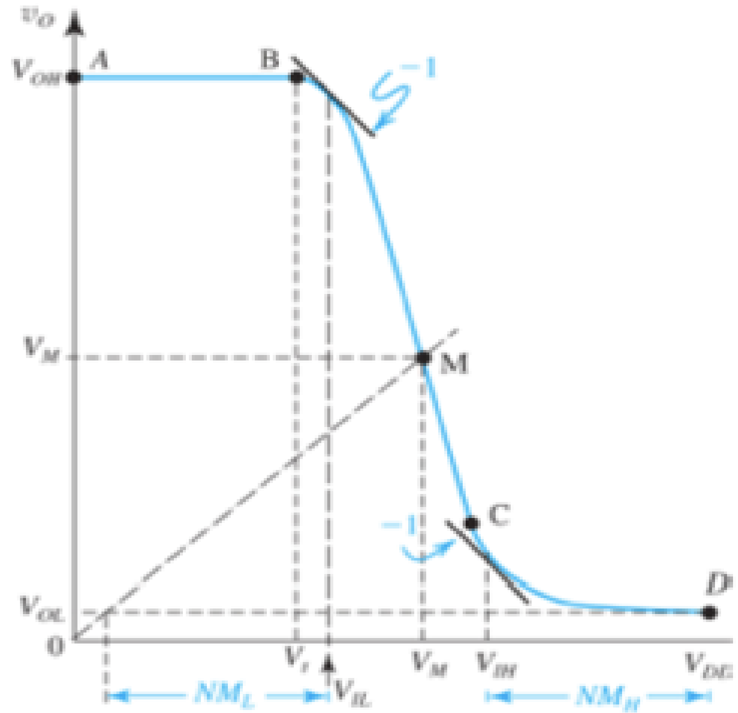
$V_M = 1.8V - (5.625)\ (V_M - 0.5V)^2$
$= 1.8 - 5.625(V_M^2 - V_M + 0.25)$

que produce la ecuación cuadrática

$5.625V_M^2 - 4.625V_M - 0.394 = 0$

cuya solucion es

VM = 0.9V =VDD/2



CALCULO DE VM
COMO POR DEFINICION $V_I = V_O = V_M$, Q ESTA SATURADO Y
$V_O = V_{DD} - I_D R_D$

NML = VIL -VOL

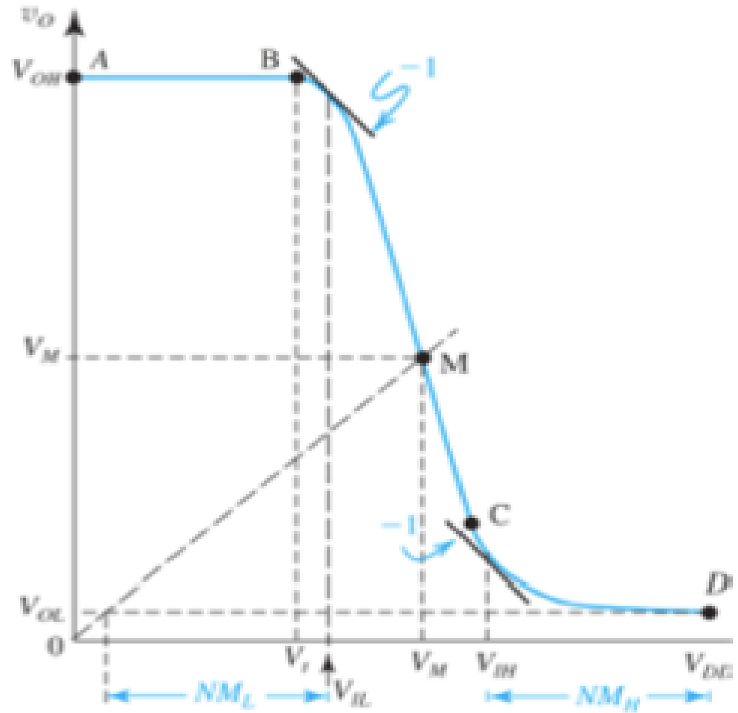
= 0.59V - 0.12V = 0.47V

NMH = VOH -VIH

= 1.8V- 1.063V = 0.737V

NML =0.47V

NMH=0.737V



NOISE MARGIN LOW (NML)AND NOISE MARGIN HIGH (NMH)