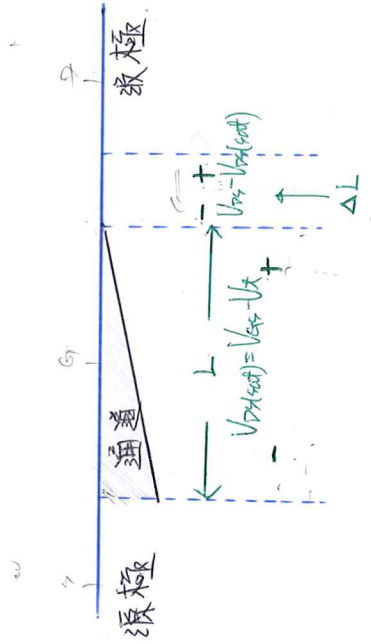


# CMOS FET 通道長度調變 (Channel Length Modulation)

\* 以 N channel EMOSFET 為例,  $V_{GS} = 3V$ ,  $V_{DS} = 5V$ ,  $V_{DS(sat)} = 2V$



當  $V_{DS} > V_{DS(sat)}$  時, 通道上的電壓仍是  $V_{GS} - V_t = V_{DS(sat)}$ , 而額外的電壓會落在通道末端的汲-閘極間的窄小空乏區上。此電壓 ( $V_{DS} - V_{DS(sat)}$ ) 會加速到達通道末端的電子, 並得電子掃過空乏區使之進入汲極。

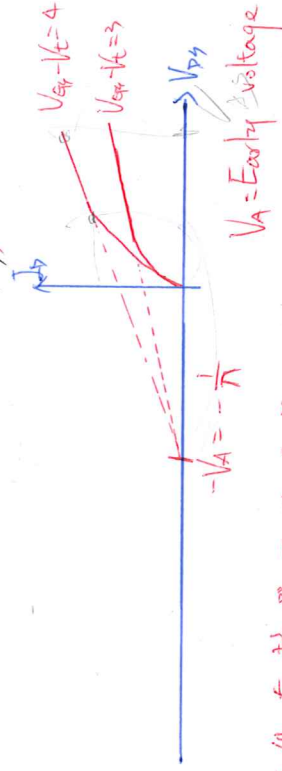
$\Rightarrow$  通道長度變短, 而  $I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right) (V_{GS} - V_t)^2$

當  $V_{DS} > V_{GS} - V_t$  時, 通道有效長度變短,  $\therefore V_{GS} \uparrow, I_D \uparrow$

$\therefore V_{DS} \uparrow, I_D \uparrow$ , 稱“通道長度調變”

可加入因子  $(1 + \lambda V_{DS})$  到  $I_D$  公式裡表示通道長度調變

$\Rightarrow I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right) (V_{GS} - V_t)^2 (1 + \lambda V_{DS})$



通率  $\lambda = 0.005 \sim 0.03 V^{-1}$   
 $V_A = 30 \sim 200 V$

$\Rightarrow$  短通道的元件有較嚴重的通道長度調變效應,  $V_A \propto L$

$r_o = \left[ \frac{\partial I_D}{\partial V_{DS}} \right]_{V_{GS} = \text{constant}} \approx \frac{I_D}{V_A}$

$r_o = \text{Early Resistor}$

飽和區的動態輸出電阻