

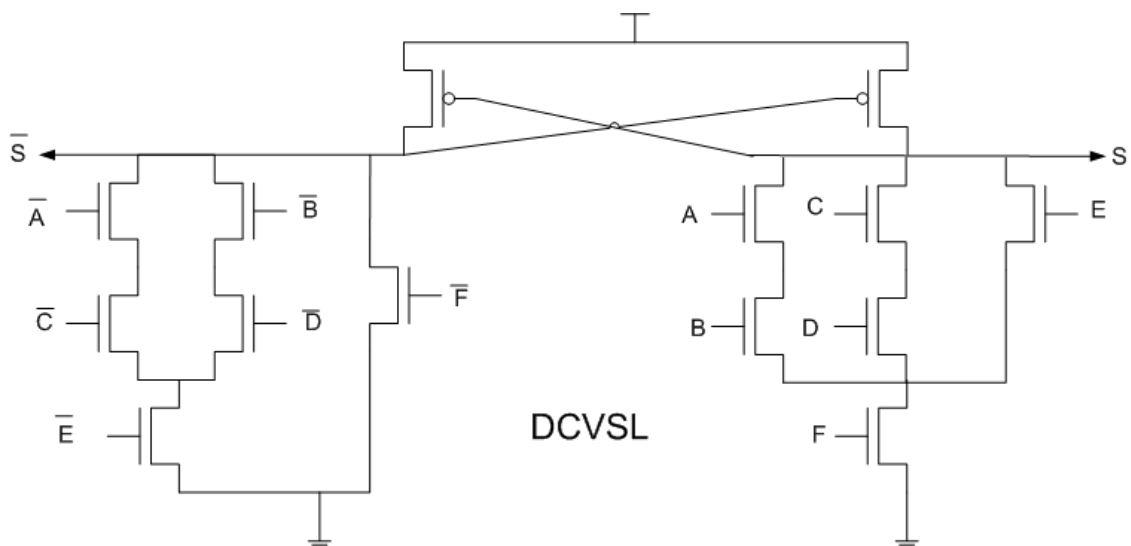
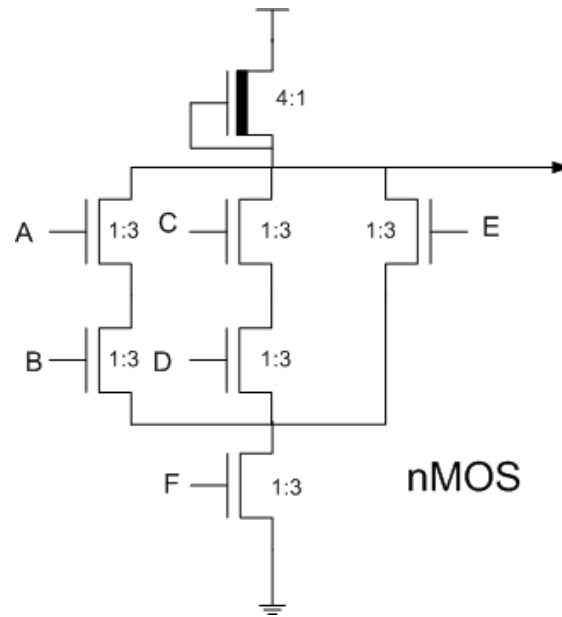
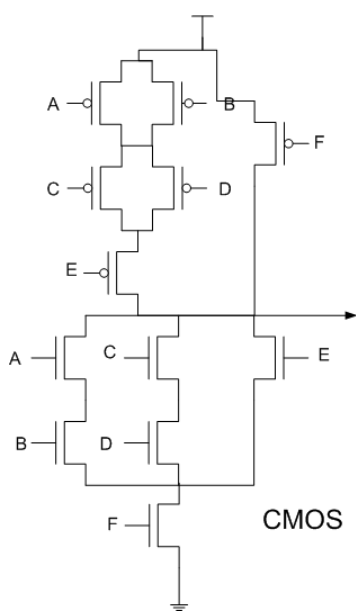
Solució a l'Examen Final de "Disseny de Microprocessadors"

26 de juny de 2007

Problema 1 (2 punts)

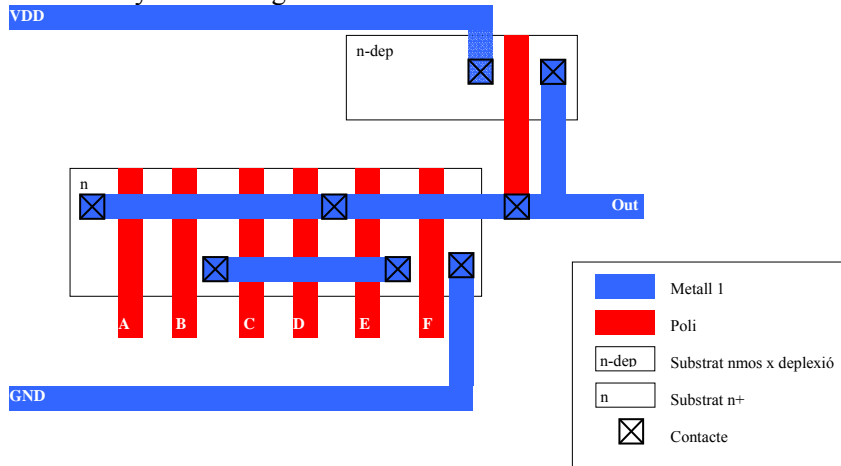
Dissenyar la següent funció en CMOS, nMOS i Differential CVSL. Dimensioneu els transistors de la manera que cregueu més correcta considerant que $1R_{sp} = 2 R_s$.

$$S = \overline{(A \cdot B + C \cdot D + E)} \cdot F$$



Problema 2 (2 punts)

Donat el layout de la figura:



Problema 3 (2 punts)

Tenim un circuit que ha de carregar una capacitat externa de 350fF. Quina solució proposaríeu si es vol reduir el temps que triga en carregar-la? ($1Cg=0.9fF$).

$$\mathbf{F=2} \quad N = \log_2 \frac{350}{3 \times 0'9} = 7'01$$

$$\mathbf{F=3} \quad N = \log_3 \frac{350}{3 \times 0'9} = 4'43$$

Configuració		Retard (τ)
F=2	N=7	42'07
	N=8	45'03
F=3	N=4	41'41
	N=5	40'80

$$T_{f,n} = (n-1) \times 3f + \frac{1}{f^{n-1}} \times R_s \times C_L$$

$$C_L = 350 fF = \frac{350}{0'9} Cg = 389 Cg$$

$$T_{2,7} = 6 \times 3 \times 2 + \frac{1}{2^6} \times R_s \times 389 Cg = 42'07 \tau$$

$$T_{2,8} = 7 \times 3 \times 2 + \frac{1}{2^7} \times R_s \times 389 Cg = 45'03\tau$$

$$T_{3,4} = 3 \times 3 \times 3 + \frac{1}{3^3} \times R_s \times 389 Cg = 41'41\tau$$

$$T_{3,5} = 4 \times 3 \times 3 + \frac{1}{3^4} \times R_s \times 389 Cg = 40'8\tau$$

Caldrà afegir un buffer, en aquest cas el millor és un de 5 etapes amb un factor de 3.

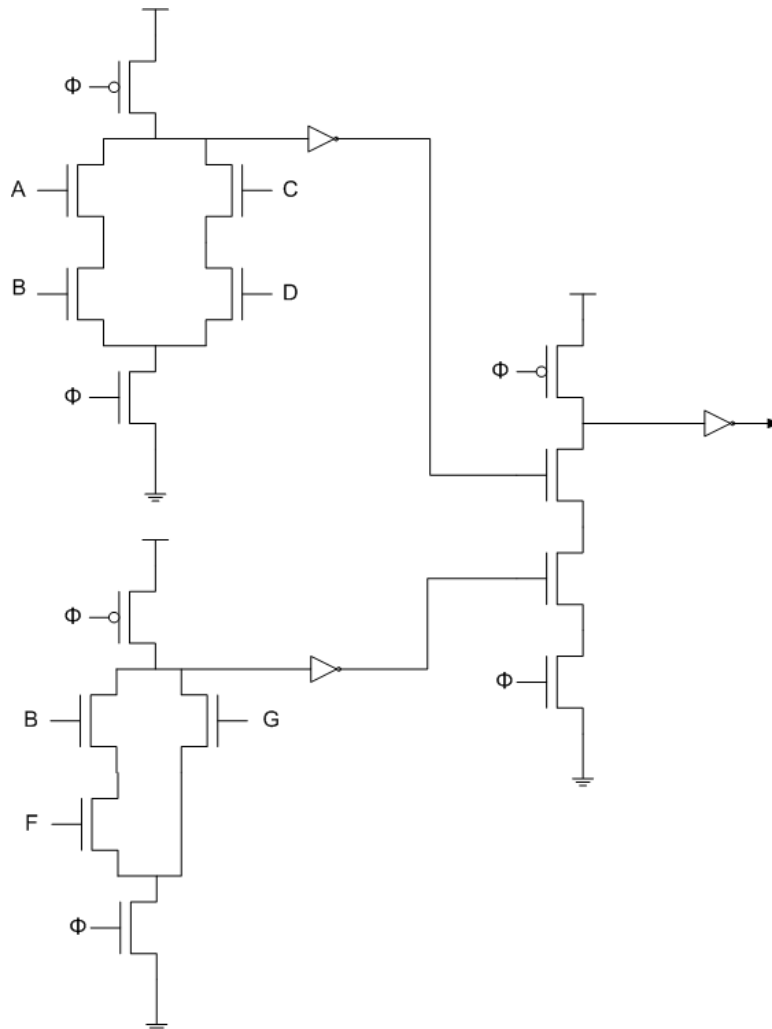
Problema 4 (4 punts)

Donades les següent restriccions i dades:

- Els transistors de pull-down N poden tenir com a molt cadenes de 3 transistors N en sèrie (poden haver tants transistors en paral·lel o camins en paral·lel com calgui, però cada camí en sèrie pot tenir com a molt el nombre de transistors indicat).
- Els transistors P són de tamany 1:4 i els N són de tamany 1:2.
- A la sortida del circuit hi ha connectada una capacitat de 50 Cg.
- $1R_{sp} = 2 R_s$, $1\tau = 9'71ps$, $1C_g = 2'49fF$ i $V_{dd} = 1'5V$.
- La funció que es vol calcular és: $f = (AB + CD) \cdot (BF + G)$

Es demana:

- a) Dissenyar un circuit amb lògica dominó que realitzi la funció.



b) A quina freqüència màxima pot anar la senyal de rellotge (simètric) per tal que el circuit funcioni bé?

T precàrrega

- $T_{porta1} = R_1 \times Cp = \frac{1}{4} Rsp \times 6Cg = \frac{1}{2} Rs \times 6Cg = 3\tau$
- $T_{porta1+NOT} = 3\tau + R_1 \times Cn = 3\tau + \frac{1}{2} Rs \times 2Cg = 4\tau$
- $T_{porta2} = R_2 \times Cp = \frac{1}{4} Rsp \times 6Cg = \frac{1}{2} Rs \times 6Cg = 3\tau$
- $T_{porta2+NOT} = 3\tau + R_1 \times Cout = 3\tau + \frac{1}{2} Rs \times 50Cg = 28\tau$

T avaluació

Camí crític (més llarg) A=B=F=1; C=D=G=0.

Cas) A=B=F=1; C=D=G=0, $\Phi=1$ (etapa avaluació)

- $T_{porta1} = R_1 \times Cp = 3 \times \frac{1}{2} Rs \times 6Cg = \frac{3}{2} Rs \times 6Cg = 9\tau$
- $T_{porta1+NOT} = 9\tau + R_1 \times Cn = 9\tau + \frac{1}{4} Rsp \times 2Cg = 10\tau$
- $T_{porta2} = R_3 \times Cout = 3 \times \frac{1}{2} Rs \times 6Cg = 9\tau$
- $T_{porta2+NOT} = 9\tau + R_1 \times Cout = 9\tau + \frac{1}{4} Rsp \times 50Cg = 34\tau$
- $T_{total} = T_{porta1+NOT} + T_{porta2+NOT} = 10\tau + 34\tau = 44\tau$

Com que els dos semiperíodes han de ser d'igual durada (rellotge simètric), s'agafa el temps del semiperíode més llarg (en aquest cas el d'avaluació). Per tant:

$$T_{cicle} = 2 \times T_{avaluació} = 2 \times 44\tau = 88\tau$$

$$T_{cicle} = 88\tau = 88 \times \frac{9'71 \times 10^{-12}}{1\tau} = 854'48 ps$$

$$f = \frac{1}{T_{cicle}} = \frac{1}{854'48 \times 10^{-12}} = 1'17 GHz$$

c) Calcular el consum dinàmic de potència del circuit a la freqüència màxima calculada a l'apartat anterior.

$$P = \alpha CV^2 f = 0'5 \times (6 + 2 + 6 + 2 + 50) \times 2'49 \times 10^{-15} \times 1'5^2 \times 1'17 \times 10^9 = 216'31 \mu W$$

d) Caracteritzeu el circuit (Capacitat a les entrades, retard intern i retard dependent de la sortida).

Capacitat de les entrades:

A	$C_A = 1 \times C_n = 2C_g$
B	$C_D = 2 \times C_n = 4C_g$
C	$C_C = 1 \times C_n = 2C_g$
D	$C_D = 1 \times C_n = 2C_g$
F	$C_F = 1 \times C_n = 2C_g$
G	$C_G = 1 \times C_n = 2C_g$
Φ	$C_\phi = 3 \times C_n + 3 \times C_p = 6C_g + 12C_g = 18C_g$

Retard intern:

$$\text{Càrrega} = 4\tau = 38'84\text{ps}$$

$$\text{Avaluació} = 19\tau = 184'49\text{ps}$$

Retard dependent càrrega:

$$R_s = \frac{1\tau}{1C_g} = \frac{9'71\text{ps}}{2'49\text{fF}} = 3'9 \frac{\text{ps}}{\text{fF}}$$

$$\text{Càrrega} = \frac{1}{2} R_s = \frac{1}{2} \times 3'9 \frac{\text{ps}}{\text{fF}} = 1'95 \frac{\text{ps}}{\text{fF}}$$

$$\text{Avaluació} = \left(\frac{1}{4}\right) R_{sp} = \frac{1}{2} R_s = \frac{1}{2} \times 3'9 \frac{\text{ps}}{\text{fF}} = 1'95 \frac{\text{ps}}{\text{fF}}$$