

POTROŠNJA KOMPLEKSNOS GĚTA.

Note Title

.17.6.2019

- ZA POTROŠNJU KOMPLEKSNOS GĚTA VAŹE SVE RAŹNJE IZVEDLIVE ANALIZE ZA SLUĀAS INVERTORA, GDE JE POKAZANO DA JE POTRILIAHTHA KONPOMEHTA SHAGE DISIPACIJE DINAMIĀKA SHAGA DISIPACIJE, $P_d = C_{EFF} \cdot V_{DD}^2 \cdot f_{CK}$, $C_{EFF} = C_L \cdot P_{0 \rightarrow 1}$, $f = P_{0 \rightarrow 1} \cdot f_{CK}$.
- ZA RAZLIKU OD OD INVERTORA, PREKIDAĀKU (TRANZIJENTNU) AKTIVNOST ($\alpha_{0 \rightarrow 1}$) KOMPLEKSNOS GĚTA NIJE UVEK JEDNOSTAVNO PROCENITI. ONA ZAVISI OD RAZNIH FACTORA POPUT: LOGIĀKE FUNKCIJE, STATISKE SIGNALA, KORELACIJE IZMEĀU SIGNALA, PREDIHTOS REŹIMA (GLITCHING). GENERALNO, P_d KOMPLEKSNOS GĚTA SE FORTULIŠE KAO $P_d = \alpha_{0 \rightarrow 1} C_L V_{DD}^2 f$.

- **LOGIĀKA FUNKCIJA** U VELIKOJ MERI ODREĀUJE TRANZIJENTNU AKTIVNOST KOMPLEKSNOS GĚTA. UKOLIKO SE PRETPOSTAVI DA SU ULAŹI STATISTIĀKI NEZAVISHTI (NE KORELISHTI) ONDA VAŹI:

$$\alpha_{0 \rightarrow 1} = p_0 \cdot p_1 \quad \left| \quad \begin{array}{l} p_0 \Rightarrow \text{VEROVATNOCĀ DA ĀE IZLAŹ BITI U STANJU LOGIĀKE "0" U TOKU JEDNOS CIKUSA TAKTA.} \\ p_1 \Rightarrow \text{VEROVATNOCĀ DA ĀE IZLAŹ BITI U STANJU LOGIĀKE "1" U TOKU JEDNOS CIKUSA TAKTA.} \end{array} \right.$$
$$\alpha_{0 \rightarrow 1} = p_0 (1 - p_0)$$

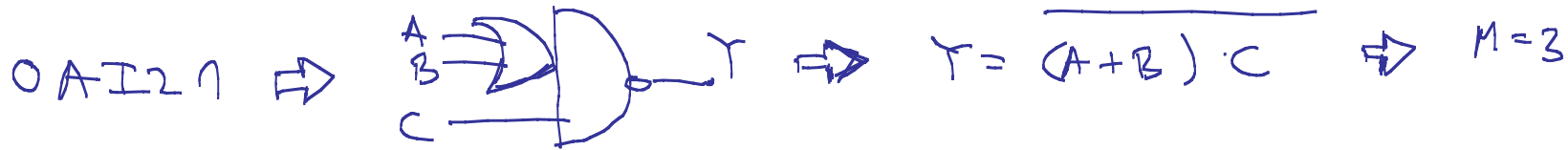
AKO SE DALJE PRETPOSTAVI DA SU VREDNOSTI (TJ. POGADHOJ) LOGIĀKE "0" I "1" UNIFORMNO DISTRIBUTIRANI (UNIFORMNA RASPODELA) ONDA ZA N-TU ULAŹNO KOLO

VAŽI:

$$Q_{0 \rightarrow 1} = \frac{H_0}{2^M} \cdot \frac{H_1}{2^M} = \frac{H_0 \cdot (2^M - H_0)}{2^{2M}}$$

$H_0 \Rightarrow$ BROJ "0" U KOLONI ZA IZLAZ
TABLICI ISTINITOSTI LOGIČKE FUNKCIJE
 $H_1 \Rightarrow$ BROJ "1" U KOLONI ZA IZLAZ
TABLICI ISTINITOSTI LOGIČKE FUNKCIJE
 $M \Rightarrow$ BROJ ULAZA.

PRIMER 12 ODREDITI TRANSIJENTNU AKTIVNOST ($Q_{0 \rightarrow 1}$) ZA ŠEST OAI 2:1 POD PRETPOSTAVKOM DA SU VREDNOSTI ULAZNIH SIGNALA MEĐUSOBNO NEKORELISANE I UNIFORMNO RASPODELENE (JEDNAKA VEROVATNOŠĆA DOGAĐAJA LOGIČKE "0" I "1").

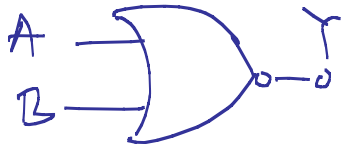


A	B	C	$Y = (A+B) \cdot C$
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0 1
1	0	0	1
1	0	1	0 2
1	1	0	1
1	1	1	0 3

$H_0 = 3$

$$Q_{0 \rightarrow 1} = \frac{H_0 (2^M - H_0)}{2^{2M}} = \frac{3 \cdot (2^3 - 3)}{2^6} = 0.234 \quad (23.4\%)$$

• **STATISTIKA SIGNALA** UVAŽALOST, U REALNOSTI SIGNALI NISU DISTRIBUIRANI PO UNIFORMNOM ZAKONU. OBICNO SVAKI ULAZ IMA KARAKTERISTIČNU VEROVATNOŠĆU SA KOJOM MOŽE DA BUDE ODGOVARAJUĆEM LOGIČKOM STANJU. NPR. AKO SE SA p_A I p_B OZNAČE VEROVATNOŠĆE SA KOJOM ĆE ULAZ (A), ODNOSNO (B), DVOULAZNOS GĘETA, UZETI VREDNOST LOGIČKE "1", Onda B; VEROVATNOŠĆA GĘERISATIJA LOGIČKE "1" NA IZLATU NOR GĘETA BILA:



A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$p_1 = (1 - p_A)(1 - p_B)$, A VEROVATNOŠĆA POJAVE LOGIČKE "0":

$p_0 = (1 - p_1) = [1 - (1 - p_A)(1 - p_B)]$, PA B; TRANZICIJENTNA AKTIVNOST BILA:

$$\alpha_{0 \rightarrow 1} = p_0 \cdot p_1 = [1 - (1 - p_A)(1 - p_B)] [(1 - p_A)(1 - p_B)]$$

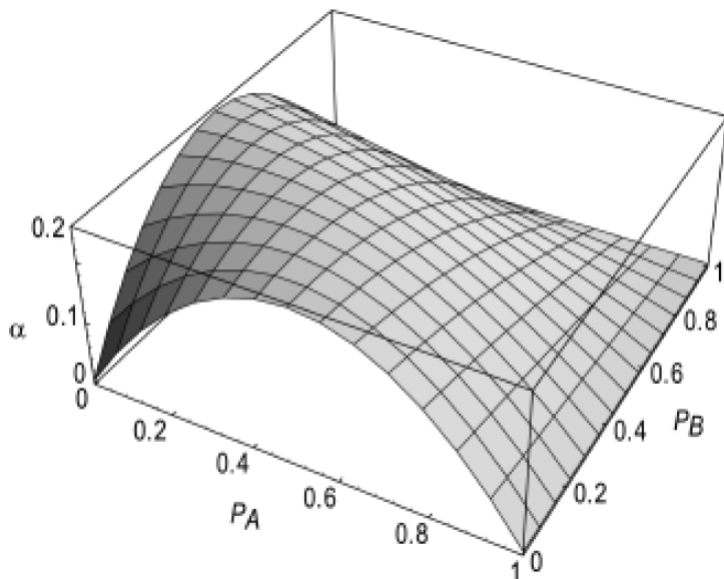



Figure 6.20 Transition activity of a two-input NOR gate as a function of the input probabilities (p_A, p_B)

- SLIČNO SE MOŽE IZVESTI I ZA OSTALE STANAR-DIJE GEOTOVE: BITNO JE NAPOMENUTI DA SE I DALJE PRETPSTAVLJA DA SIGNALI NISU KORRELISANI.

PRIMER 13 ODREĐITI TRANZIJENTNU AKTIVNOST $Q_{0 \rightarrow 1}$, ZA (a) AND, (b) OR I

(c) XOR GEOT, AKO SU VEROVATNOŠĆE LOGIČKE "1" NA ULAZIMA A I B P_A I P_B .

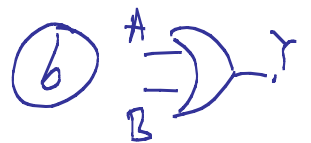
(a) 

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$P_1 = P_A \cdot P_B$$

$$P_0 = 1 - P_1 = 1 - P_A P_B$$

$$Q_{0 \rightarrow 1} = P_0 \cdot P_1 = (1 - P_A P_B) P_A P_B$$

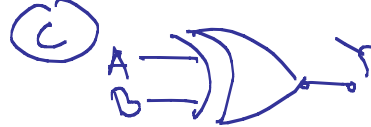
(b) 

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$$P_0 = (1 - P_A)(1 - P_B)$$

$$P_1 = 1 - P_0 = 1 - (1 - P_A)(1 - P_B)$$

$$Q_{0 \rightarrow 1} = P_0 P_1 = (1 - P_A)(1 - P_B)[1 - (1 - P_A)(1 - P_B)]$$

(c) 

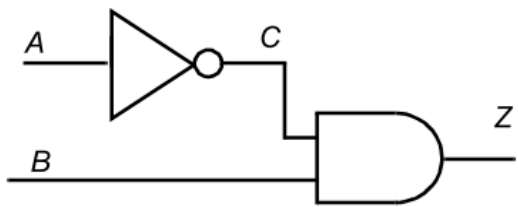
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$P_0 = (1 - P_A)(1 - P_B) + P_A P_B = 1 - P_A - P_B + 2P_A P_B$$

$$P_1 = 1 - P_0 = P_A + P_B - 2P_A P_B$$

$$Q_{0 \rightarrow 1} = P_0 P_1 = [1 - (P_A + P_B - 2P_A P_B)][P_A + P_B - 2P_A P_B]$$

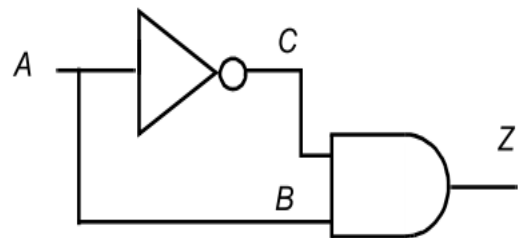
KORELACIJA IZMEĐU SIGNALA KONAČNO, ULAZNI SIGNALI ČESTO MOGU BITI KORELISANI (NPR. IZVEDENI SU IZ ISTOG IZVORNOG SIGNALA). PRAKTIČNO PRAKTIČNO PREDSTAVLJAVANJE METOD ODREĐIVANJA $\alpha_{0 \rightarrow 1}$, IAKO JEDNOSTAVAN I PRIMENLJIV ZA IZLOVANJE, IMA DVA BITNA NEDOSTATKA: (1) NE UZIMA U OZIR UTICAJ POUKATNE SPREGE (KAO KOD NPR. SEKVENCIJALNIH KOLA) I (2) PODRAZUMJEVA DA SU VEROVATNOĆE PRIORITETNE UZ SVAKI ULAZ GEJTA NEZAVISNE (TJ. NEMA KORELACIJE IZMEĐU P_A I P_B). Ukoliko SE (1) I (2) ZAHTEVAJE U REALNIM USLOVIMA, MOŽE DOĆI DO ZNAČAJNE GREŠKE U PROCENI $\alpha_{0 \rightarrow 1}$, A SA TIM TIM I PROCENI P_C . OVO ĆE BITI ILLUSTRIRANO JEDNOSTAVNIM PRIMEROM GDE SE POSMATRAJU DVA SLUČAJA: (a) STANDARDNI SLUČAJ BEZ KORELACIJE I (b) SA KORELACIJOM (RECOLVERGENT FAN-OUT).



(a) Logic circuit without reconvergent fanout

(a) $P_A = P_B = P_C = 1/2$ (POSTO JE C IZLAT UBIČAJNOG INVERTORA $P_C = P_A$)

$$\alpha_{z_{0 \rightarrow 1}} = (1 - P_B P_C) P_B P_C = \left(1 - \frac{1}{4}\right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{16}$$



(b) Logic circuit with reconvergent fanout

(b) INTUITIVNO GUBDANO $\alpha_{z, 0 \rightarrow 1} = 0$:

$C = \bar{A}$, $B = A \Rightarrow z = 0 \Rightarrow$ NIKADA NE ĆE DOĆI DO PRELATA $0 \rightarrow 1$!

DA BI SE OVAKVI SCHEMARI FORMALNO UZELI U OBZIR UVODI SE KONCEPT USLOVNE VEROVATNOĆE [CONDITIONAL PROBABILITY].

$P_z(B=1, C=1) \Rightarrow$ VEROVATNOĆA DA JE $z=1$ AKO, I SAMO AKO, JE $B=1$ I $C=1$. PRAKTIČNO, $z=1$ AKO SU B I C ISTOVREMENO 1.

• Ukoliko nema korelacije tj. P_B i P_C su nezavisne (ne korelisane), $P_z(B=1, C=1)$ se svodi na slučaj (a) tj: $P_z(B=1, C=1) = P(z=1) = P(B=1) \cdot P(C=1)$. Međutim,

ako postoji korelacija (slučaj (b)) onda važi:

$$P_z(B=1, C=1) = P(B=1 | C=1) \cdot P(C=1) = P(C=1 | B=1) \cdot P(B=1), \text{ gde su uslovne}$$

verovatnoće $P(B=1 | C=1) \Rightarrow$ verovatnoća da je $B=1$ kada je $C=1$ i

$P(C=1 | B=1) \Rightarrow$ verovatnoća da je $C=1$ kada je $B=1$ = jednake su! Pošto je $B = \bar{C}$,

pa je $P_z(B=1, C=1) = 0 \Rightarrow \alpha_{z, 0 \rightarrow 1} = 0$.

• GENERALNO, ZA KOMPLEKSNIJE ARHITEKTURE PROCENA DOZI JE SOTONO HEMODUČA REZ UPOTREBE ODGOVARAJUĆIH SOFTVERSKIH ALATA. DA BI SE POŠLO DO ŠTO REALISTIČNIJE PROCENE DOZI POTREBNO JE GENERISATI ODGOVARAJUĆE TEST VEKTURE NA ULAZU BAKO BI SE ŠTO JE MOGUĆE BOLJE EMULIRALO REALNO RADNO OKRUŽENJE KOLA.

6. **DINAMIKA U PRLATNOM REŽIMU - GLIČEVI**

USLED KOHČNOG t_p GEJTOVA MOŽE SE DESITI DA SIGNAL PROĐE KROZ DVA STANJA ZA JEDNU PROMENU

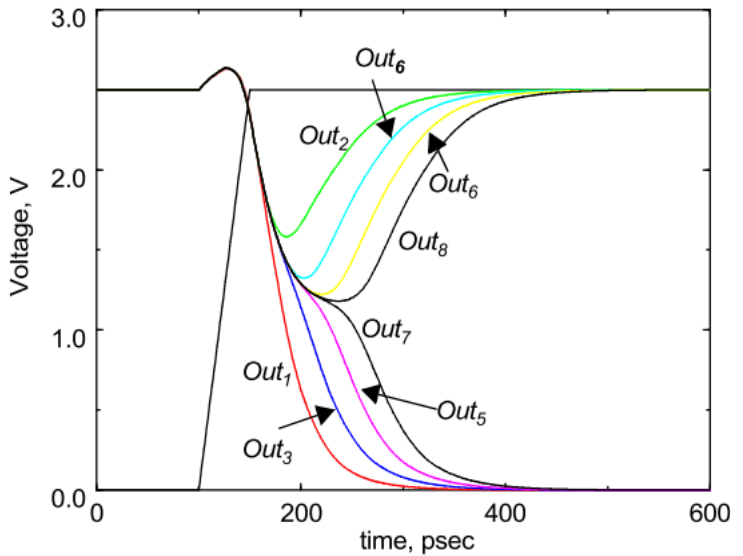
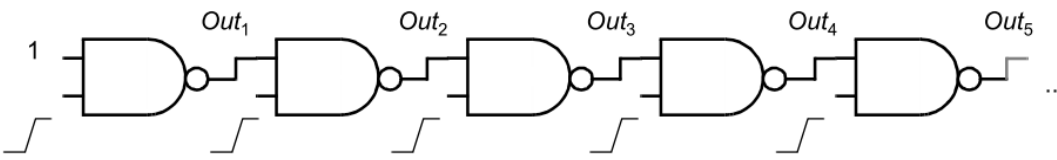


Figure 6.22 Glitching in a chain of NAND gates.

ULAZNOG SIGNALA. OVA POJAVA SE OBIČNO NAZIVA GLIČ ILI DINAMIČKI HAZARD (GLITCH, DYNAMIC HAZARD). ZA DATI PRIMER NIŽA NAD GEJTOVA MOŽE SE UOČITI DA SVI PARTII IZLAZI (OUT_{2,4,6,8}), IAKO FUNKCIONALNO TREBA DA PRATE ULAZ, USLED KOHČNOG t_p , ISPBLIAVAJU NEGATIVAN GLIČ (PRELAZ 1→0, 0→1). OVAKAV GLIČ, IAKO NIJE MAKSIMALNE AMPLITUDE (0 ÷ V_{DD}),

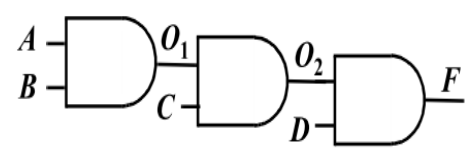
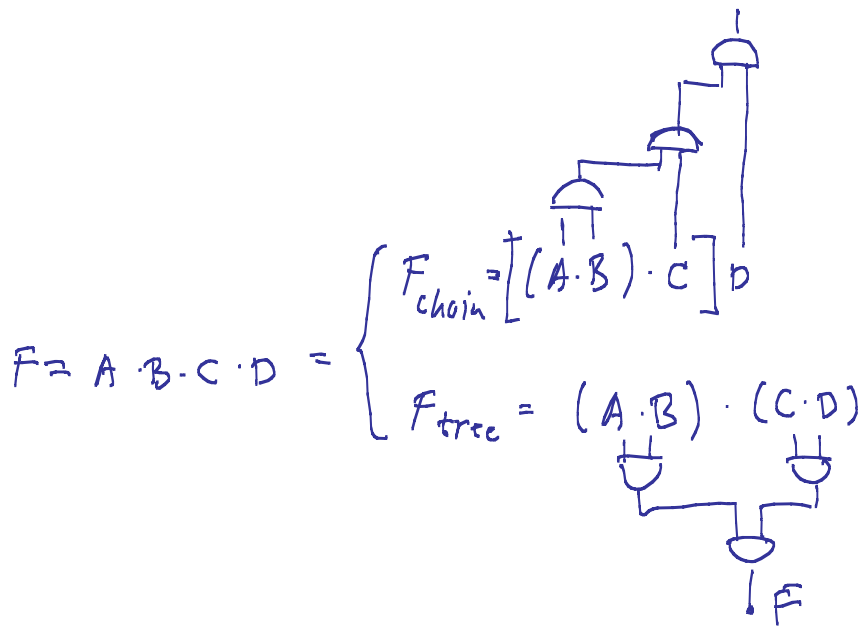
MOŽE ZNAČAJNO DA UTIČE NA PIKAMIOJKU POTROŠNJKU. GENERACIJO GLIČEVI SE OBIČNO JAVLJAJU KOD DUGOG NIŽA KOMBINACIJNIH KOLA (NPR. SABIRAČI (FA, HA), MNOŽAČI)

▷ Minimizacija potrošnje kola sa kompleksnim gettovima.

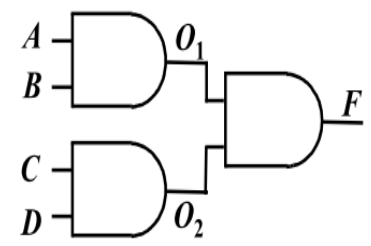
• Generalno, kao i u slučaju invertora, potrošnja ($P_{av} \approx P_d = \alpha_{0 \rightarrow 1} C_L V_{DD}^2 f$) se za dati proces (tj. $V_{DD} = C^{+a}$) i primetiu (tj. $f = C^{+a}$) minimizuje, minimizacijom C_L i $\alpha_{0 \rightarrow 1}$.

• Dok se C_L ugl. minimizuje u fizičkom dopreku (lezant, topologija), $\alpha_{0 \rightarrow 1}$ se može minimizovati na svim nivouima apstrakcije tako da će na dalje biti razmatranje neke od tehnika za minimizaciju $\alpha_{0 \rightarrow 1}$.

REORGANIZOVATI, E LOGICE



Chain structure



Tree structure

$P_{1 \rightarrow 10} = P_A P_B$; $P_A = P_B = 1/2$
 $P_{0 \rightarrow 10} = (1 - P_A \cdot P_B)$

Table 6.7 Probabilities for tree and chain topologies.

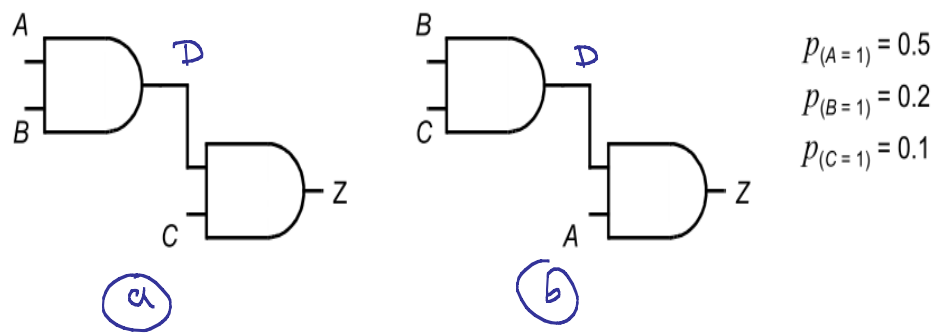
	O_1	O_2	F
p_1 (chain)	1/4	1/8	1/16
$p_0 = 1 - p_1$ (chain)	3/4	7/8	15/16
$p_{0 \rightarrow 1}$ (chain)	3/16	7/64	15/256
p_1 (tree)	1/4	1/4	1/16
$p_0 = 1 - p_1$ (tree)	3/4	3/4	15/16
$p_{0 \rightarrow 1}$ (tree)	3/16	3/16	15/256

• Iako arhitektura stabla (tree) ima manje $\alpha_{0 \rightarrow 1}$ (manje P_d) ne mora da znači da ima i bolje performanse (manje t_p)

OPTIMIZACIJA RASPOREDA ULAZNIH SIGNALA

a) $\alpha_{D_0 \rightarrow 1} = (1 - p_A \cdot p_B) \cdot p_A \cdot p_B$
 $= (1 - 0.5 \times 0.2) \cdot 0.5 \times 0.2 = 0.09 (9\%)$

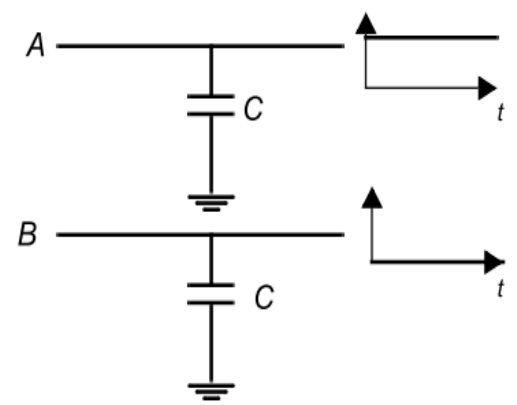
b) $\alpha_{D_0 \rightarrow 1} = (1 - p_B \cdot p_C) \cdot p_B \cdot p_C$
 $= (1 - 0.2 \times 0.1) \cdot 0.2 \times 0.1 = 0.0196 (\approx 2\%)$



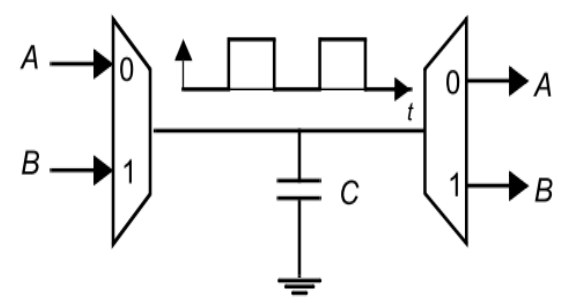
• GENERALNO, DUBRA JE PRAKSA UKLJUČITI SIGNAL SA NIŽEĆOM VEROVATNOĆOM ŽTO "KASNIJE" T.J. ŠTO BLIŽE IZLAZNOJ STEPENI KAKO BI SE MINIMIZOVALA DINAMIČKA POTROŠNJA IJTERNIH GETIOVA.

VREMENSKI MULTIPLEX

KAKO MI SE MINIMIZOVALA PORŠINA (TJPR. DELIENIA MAGISTRALA). PROBLEM KOD TM [TIME-



(a) parallel data transmission



(b) serial data transmission
TIME MULTIPLEX

MULTIPLEX] KONCEPTA NASTAJE KADA JEDAN (ILI OBA) SIGNALA IMAJU RELATIVNO KONSTANTNU, MEĐUSOBNO KOMPLEMENTARNU, VREDNOST (TJPR. A=1 B=0). U OVOM SLUČAJU TM SISTEM PROIZVODI 0→1 (1→0) PRELAZE U SVAKOM TAKTJOM CIKLUSU ŠTO ZNAČAJNO POVEĆAVA Pd (α_{0→1} → 1).

• GENERALNO, KADA SIGNALI IMAJU IZRAŽITO

RAZLIČITU (DISTINKTNU) STATISTIKU [TEMPORAL CORRELACIJU] TJ. $P_A \approx \overline{P_B}$ TREBA IZBEGAVATI TM TEHNIKU, POŠTO UŠTEDE U POUZETIJI MOGU BITI POVIŠTENIE POUČANJEM DYNAMIČKE POTROŠNJE.

BALANSIRANJE PUTANJA SIGNALA OVA TEHNIKA MINIMIZUJE POJAVU GLIČEVA, KAO ŠTO JE RAHJE POKAZALI GLAVNI UZROČNIK POJAVE GLIČA JE NEJEDNAČENO KAŠIJEŃJE SIGNALA DUŽ PUTANJE. UJEDNAČAVANJEM PROPAGACIONOG KAŠIJEŃJA DO SVIH PUTANJAMA MOŽE SE DOĆI DO KOLA OTPRANOG NA POJAVU ĆLIČEVA (GLITCH-FREE), A SAMIM TIM I DO KOLA SA MAHJOM DYNAMIČKOM POTROŠNJOM.

