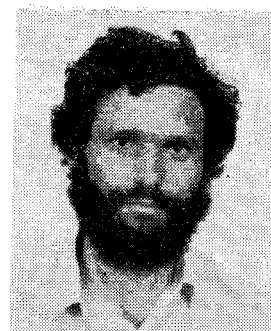


MOS dinamikus RAM érzékelő erősítő bekapcsoló jelének optimalizálása

NEMES MIHÁLY

BME

Híradástechnikai Elektronika Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben az érzékelő erősítő tranzisztorainak és a terhelő kapacitásoknak az aszimmetriáját figyelembe véve a maximális átbillenési sebességhez tartozó kapcsoló-jel időfüggvénye van meghatározva.

I. Bevezetés

A MOS dinamikus RAM (DRAM) érzékelő erősítője egy kapuzott flip-flop (1. ábra). C_v a kiolvasó erősítőhöz kapcsolódó oszlopok kapacitása, C_t a tároló kapacitás, C_t^* a referencia-cella kapacitása. Kiolvasás előtt a T_1 – T_4 flip-flopot kikapcsolják Φ_1 és Φ_2 segítségével és a két bemenetet (a C_v -vel jelölt kapacitásokat) az ábrán az áttekinthetőség kedvéért fel nem tüntetett áramkör segítségével azonos potenciálra hozzák. Ezután T_5 és T_6 kapcsolódik be, a flip-flop bemenetén létrehozva a tárolt információtól függő polaritással egy feszültségkülönbséget. Ez a differenciális vezérlő feszültség kicsi, tipikusan 100–200 mV.

A következő fázisban T_7 bekapcsolásával aktivizálják a T_1 – T_2 tranzisztorpárt. A feszültségkülönbség növekedni kezd és amikor megfelelően nagy értéket ért el, T_3 és T_4 bekapcsolásával fejeződik be a kiolvasás.

T_7 bekapcsolása nem lehet túlságosan gyors, mert T_1 és T_2 méretei, valamint a terhelő kapacitások közötti különbség hamis billenéshez vezethet.

A kapuzott flip-flopot MOS komparátorokban is alkalmazzák. Számos szerző foglalkozott a bekapcsoló jelnek az érzékenységre (a feldolgozható legkisebb feszültségkülönbségre) gyakorolt hatásával. Lynch és Boll [1]-ben meghatározták U_s -nek azon időfüggvényét, amely maximális bekapcsolási sebességet tesz lehetővé, úgy, hogy az egyik tranzisztor végig lezárt állapotban maradjon. Ieda et al. [2]-ben a következő empirikus formulát állították fel a flip-flop érzékenységére:

$$S = A \sqrt{\frac{C_0 K}{\beta_0}} \cdot \left| \frac{\Delta\beta_1 - \Delta\beta_2}{\beta_0} - \frac{\Delta C_1 - \Delta C_2}{C_0} \right| + |U_{th1} - U_{th2}| \quad (1)$$

ahol

S = a legkisebb feldolgozható differenciális jel,

A = konstans ($\cong 0.5$),

Beérkezett: 1985. XII. 14. ↑

Híradástechnika XXXVIII. évfolyam, 1987. 2. szám

NEMES MIHÁLY

A BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnika Szakán végzett 1974-ben. Két éves ösztöndíjas státusz

után tanársegédként, majd adjunktusként dolgozik a HEI Áramkörök Osztályon. Ipari gyakorlatát a MEV-ben töltötte 1982-ben.

$$\beta = \left[\frac{\mu \epsilon_{ox}}{D_{ox}} \cdot \frac{W}{L} \right]$$

C = terhelő kapacitás egy oldalon;

a közös source-ok potenciálja a következő időfüggvény szerint változik:

$$U_s = U_{s0} - kt$$

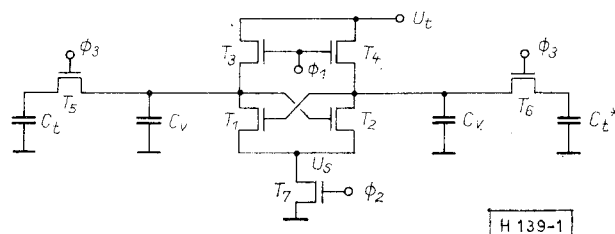
és a 0 index a névleges értékeket jelöli.

Az (1) egyenletből azt a következtetés vonták le, hogy az érzékenységet K csökkentésével lehet növelni.

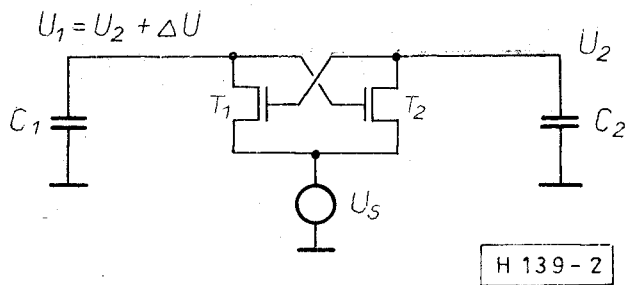
Suzuki és Hirata [3]-ban leírják egy általános célú MOS komparátor tervezését, amelynek K értékét (1)-ből kiindulva választották meg. Yukawa [4]-ben analitikusan leírja, hogy egy általános célú komparátor offset-feszültsége hogyan függ K -tól, feltéve, hogy a flip-flop terhelő ellenállásai kicsik.

II. Az általános célú komparátor és a DRAM érzékelő erősítő közötti különbség

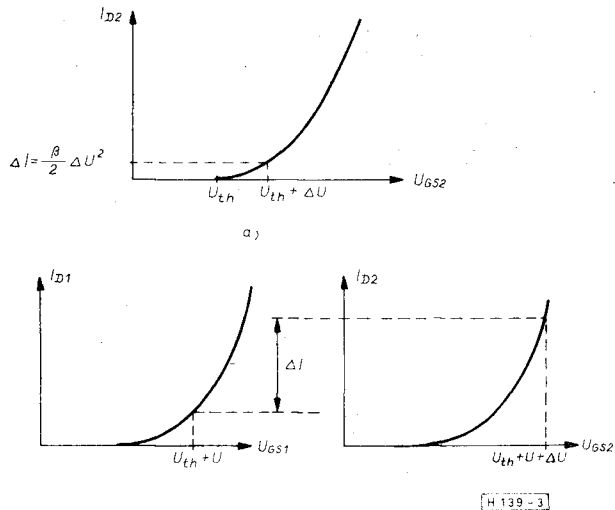
A DRAM érzékelő erősítő olyan komparátor, amelynek közös módusú bemenő feszültségét pontosan ismerjük, sőt a differenciális jel abszolút értéke is ismert. A feldolgozandó jelnek ez az a priori ismerete lehetővé teszi, hogy az áramkör sebességét és megbízhatóságát megnöveljük. Egy általános célú komparátornál a bemeneti offset-feszültséget kell minimalizálni, itt viszont a hasznos kimenő jelet tudjuk maximalizálni.



1. ábra. Az érzékelő erősítő felépítése



2. ábra. A keresztbecsatolt tranzisztorpár



3. ábra. A vezérlő feszültségek $t=0$ -nál

III. A lezárandó tranzisztor vezetése hatásai

A keresztbecsatolt tranzisztorpárt ΔU feszültség vezérli (2. ábra). Vizsgáljuk meg a tranzisztorok meredekségében (β) és a terhelő kapacitásokban (C) jelentkező különbségek hatását. Ha a lezárandó tranzisztor a bekapcsolás folyamán végig lezárt állapotban van, akkor ezeknek a különbségek nem okoznak semmilyen hibát, de a bekapcsolás meglehetősen lassú lesz. $t=0$ -nál $U_{GS2} - U_{th2} = \Delta U$ ebben az esetben, $I_{D2} = \beta/2 \Delta U^2$ (3a. ábra). Ilyenkor I_{D2} egyenlő az áramok különbségével; ez az áramkülönbség növeli ΔU -t. Ha nagyobb közös módusú jelet (U_S) alkalmazunk, akkor két hatás lép fel. Egyrészt ugyanakkora ΔU nagyobb áramkülönbséget hoz létre szimmetria esetén, mivel a tranzisztorok karakterisztikájuknak egy meredekebb szakaszán üzemelnek (3b. ábra), másrészt a β -ban és C -ben jelentkező különbség a hasznos jel hatásával ellentétes lehet ($\beta_1 > \beta_2$ és $C_1 < C_2$ a legrosszabb eset). ΔU , $\Delta\beta$ és ΔC ismeretében várhatólag U_S -nek van olyan értéke, amelynél ΔU növekedése a leggyorsabb. Érzékelő erősítőknél ΔU -t ismerjük; egy kézben tartott technológiánál β és C eloszlása is ismert. Ki tudunk választani

olyan $\Delta\beta$ és ΔC értékeket, amelyeknél nagyobb csak elegendően kis gyakorisággal lép fel. Ha ennek az áramkörnek a bekapcsoló jelet optimalizáljuk, akkor a bekapcsolási tranziens a lehető leggyorsabb lesz, a kisebb aszimmetriájú példányok tranziensének sebessége pedig meg fogja ezt a sebességet haladni. A gyorsabb bekapcsolás a megbízhatóság szempontjából is előnyös: Ha a bekapcsolás alatt hibafeszültség keletkezik az áramkörben (pl. egy alfa-részecske becsapódásának következtében, [5]) annak hatása relatíve annál kisebb lesz, minél nagyobb ebben a pillanatban ΔU értéke.

IV. $d\Delta U/dt(t=0)$ maximalizálása a legaszimmetrikusabb áramköröknél

A tranzisztorok küszöbfeszültség-különbségét belevonva ΔU -ba írhatjuk:

$$I_{D1} = \frac{\beta_0 + \Delta\beta_{\max}}{2} (U_2 - U_s - U_{th})^2 \quad (3)$$

$$I_{D2} = \frac{\beta_0}{2} (U_2 + \Delta U - U_s - U_{th})^2 \quad (4)$$

$$\frac{d\Delta U}{dt} = \frac{I_{D2}}{C_0} - \frac{I_{D1}}{C_0 - \Delta C_{\max}} \quad (5)$$

$d\Delta U/dt(t=0)$ akkor maximális, ha

$$U_2 - U_s - U_{th}|_{t=0} = \Delta U(t=0) \frac{1 - \frac{\Delta C_{\max}}{C_0}}{\frac{\Delta\beta_{\max}}{\beta_0} + \frac{\Delta C_{\max}}{C_0}} =$$

Ideálisan szimmetrikus áramkör esetén természetesen végtelenhez tart a maximális deriváltat létrehozó közös módusú jel. A 4. ábrán látható $d\Delta U/dt(t=0)$ a közös módusú vezérlő feszültség függvényében.

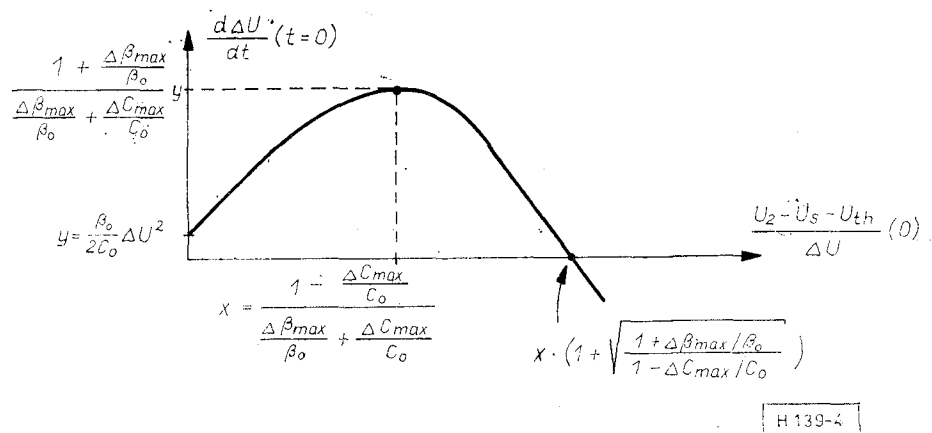
V. Bekapcsoló ugrás-függvény optimalizálása

Feltesszük, hogy ugrásfüggvényt alkalmazunk a tranzisztorpár bekapcsolására. A 4. ábra és a (6) egyenlet azt mutatja, hogy ΔU kezdeti változási sebessége maximalizálható az ugrás nagyságának megfelelő megválasztásával. Várhatólag azonban a leggyorsabb tranziens ennél nagyobb közös módusú jel fogja eredményezni, mivel a kezdeti ugrás után a közös módusú jel gyorsabban fog csökkenni, mint ahogy ΔU nő. Az optimalizálást az ANAL-20 áramköranalízis-program segítségével végeztem el a következő értékek felvételével:

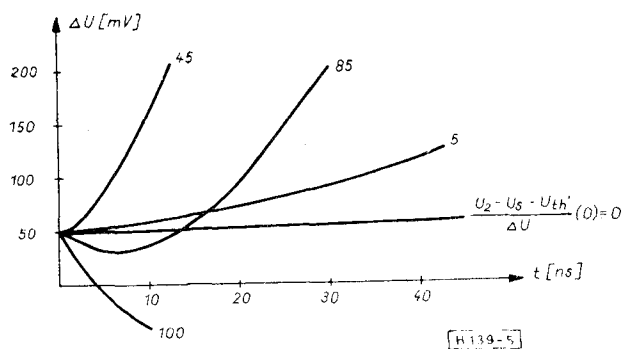
$$\begin{aligned} \beta_0 &= 125 \mu A/V^2 & \Delta\beta/\beta &= 3\% \\ C_1 = C_2 &= 0,5 \text{ pF} & \Delta U(t=0) &= 50 \text{ mV} \end{aligned}$$

A (6) egyenlet alapján $\frac{U_2 - U_s - U_{th}(0)}{\Delta U} = 33,3$ -nál

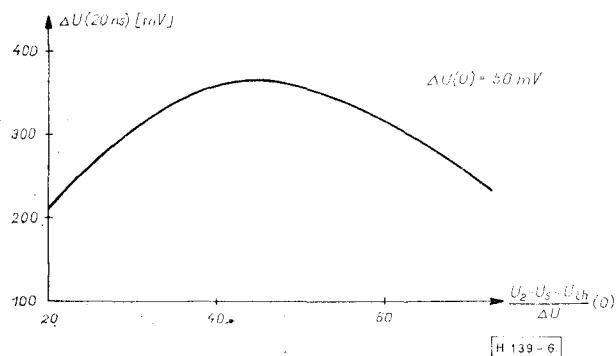
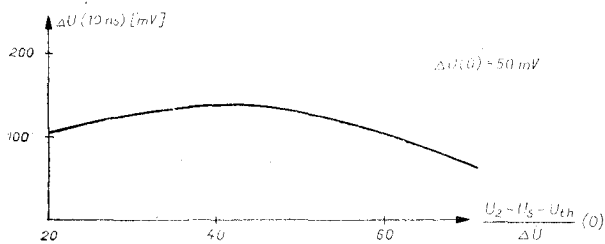
várunk maximális kezdeti deriváltat és a fenti megfontolás alapján ennél valamivel nagyobb értéknél leggyorsabb tranziens. Azt 5. és 6. ábrán látható diagramokból leolvashatjuk, hogy kb. 45-ös érték szolgáltatja a leggyorsabb tranziens.



4. ábra. A kezdeti jelmeredekség a közös módusú vezérlő feszültség függvényében



5. ábra. A hasznos jel időfüggvénye a bekapcsoló feszültségugrás nagyságának függvényében



6. ábra. A hasznos jel a bekapcsoló feszültségugrás nagyságának függvényében

VI. A bekapcsoló jelalak optimalizálása

A (6) egyenlet azt mondja ki, hogy $t=0$ -nál a közös és a differenciális módusú jel arányának K_1 -el kell egyenlőnek lennie ahhoz, hogy ΔU deriváltja itt a legnagyobb legyen. Könnyen belátható,

hogy a bekapcsolás akkor lesz a leggyorsabb, ha

$$\frac{U_2 - U_s - U_{th}}{\Delta U} = K_1 \quad (7)$$

minden időpontban fennáll. (7)-et, (3)-at és (4)-et (5)-be helyettesítve kapjuk:

$$\frac{d\Delta U}{dt} = \frac{\beta_0}{2C_0} \cdot \frac{1 + \frac{\Delta\beta_{max}}{\beta_0}}{\frac{\Delta\beta_{max}}{\beta_0} + \frac{\Delta C_{max}}{C_0}} \Delta U^2 = K_2 \Delta U^2 \quad (8)$$

A változók szétválasztása és integrálás után adódik:

$$\Delta U(t) = \frac{1}{\frac{1}{\Delta U(0)} - K_2 t} \quad (9)$$

T_2 akkor éri el az elzáródás határát, amikor $\Delta U = U_{th}$. Az ehhez szükséges idő:

$$t(\Delta U = U_{th}) = \left(\frac{1}{\Delta U(0)} - \frac{1}{U_{th}} \right) \frac{1}{K_2} = \frac{\frac{\Delta\beta_{max}}{\beta_0} + \frac{\Delta C_{max}}{C_0}}{1 + \frac{\Delta\beta_{max}}{\beta_0}} \quad (10)$$

ahol t_0 az U_{th} eléréséhez szükséges minimális idő, ha a lezárandó tranzisztort végig lezárva tartjuk.

(7)-ből és (9)-ből adódik a source-okon alkalmazandó feszültség időfüggvényére:

$$U_s(t) = U_2(0) + \Delta U(0) \frac{1 + \frac{\Delta\beta_{max}}{\beta_0}}{\frac{\Delta\beta_{max}}{\beta_0} + \frac{\Delta C_{max}}{C_0}} - U_{th} - \frac{2 + \frac{\Delta\beta_{max}}{\beta_0} - \frac{\Delta C_{max}}{C_0}}{\frac{\Delta\beta_{max}}{\beta_0} + \frac{\Delta C_{max}}{C_0}} \times \frac{1}{\frac{1}{\Delta U(0)} - \frac{\beta_0}{2C_0} \cdot \frac{1 + \frac{\Delta\beta_{max}}{\beta_0}}{\frac{\Delta\beta_{max}}{\beta_0} + \frac{\Delta C_{max}}{C_0}} t} \quad (11)$$

U_s -nek a gate-source kapacitásokon keresztüli csatolását C_1 -re és C_2 -re elhanyagoltuk ebben az analízisben az egyszerűség kedvéért.

I R O D A L O M

- [1] W. T. Lynch, H. J. Boll: „Optimization of the Latching Pulse for Dynamic Flip-Flop Sensors”, IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. SC-9, No. 2., pp. 49-55., Apr. 1974.
 [2] N. Ieda et al.: „Single Transistor MOS RAM Using a Short-Channel MOS Transistor”, IEEE Journal

- of Solid-State Circuits, Vol. SC-13, No. 2. pp. 218-225, Apr. 1978.
 [3] S. Suzuki, M. Hirata: „Threshold Difference Compensated Sense Amplifier”, IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. SC-14, No. 6. pp. 1066-1069, Dec. 1979.
 [4] A. Yukawa: „A Highly Sensitive Strobed Comparator”, IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. SC-16, No. 2., pp. 109-113. Apr. 1981.
 [5] R. J. McParland: „Circuit simulations of Alpha-Particle-Induced Soft Errors in MOS Dynamic RAM's”, IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. SC-16, No. 1., pp. 31-33, Feb. 1981.

(Folytatás a 60. oldalról.)

A japán Toshiba elektronikai cég 12 milliárd jenes (mintegy 670 millió dolláros) rendelést kapott színes tévék gyártásához szükséges berendezések és alkatrészek szállítására a Szovjetunióba. Ez a legnagyobb megrendelés, amelyet a Toshiba valaha is kapott szovjet cégektől. Az üzlet részésként egy új üzem épül fel, amely várhatóan 1988. közepén kezdi meg működését. A gyárban évi 300 ezer színes tévét fognak előállítani. A szerződés szerint a képcsövek kivételével a tévékhez szükséges összes alkatrészt a Toshiba fogja szállítani. A Szovjetunió 1990-re évi 7 millió színes tévé gyártását tervezi a jelenlegi 3 millió helyett. (Heti Világgazdaság)

*

Félvezetők világviszonylatú termelése az egyes kontinensek gyártóinak kapacitására vonatkozóan

	1983		1984		1985	
	\$	%	\$	%	\$	%
USA IC	11,48	23	16,87	47	14,85	-12
diszkrét	2,15	16	2,59	20	2,34	-10
Európa IC	1,04	17	1,55	49	1,33	-14
diszkrét	0,94	6	1,18	26	1,06	-10
Japán IC	4,42	44	7,80	76	7,02	-10
diszkrét	1,79	17	2,64	47	2,45	-7
Világ IC	17,17	28	26,58	55	23,62	-11
diszkrét	5,07	14	6,65	31	6,12	-8
Összesen	22,24	24	33,23	49	29,73	-11

A világ félvezető piacának prognózisa (milliárd \$-ban)

Év	IC	az elő- ző év %- ában	diszk- rét elemek	előző év %- ában	félveze- tők össz.	előző év %- ában
1983	13,54	31	4,70	15	18,24	26
1984	21,97	62	6,22	32	28,18	54
1985	18,66	-15	5,66	9	24,33	-14
1986	19,60	5	5,83	3	25,43	5
1987	22,55	15	6,12	5	28,67	13
1988	32,93	46	7,03	15	39,96	39
1989	42,80	30	8,09	15	50,89	27
1990	48,48	13	8,65	7	57,13	12

(VTRT Világpiaci Tükör, 1986/3.)

*

Kilenc közös műszaki-fejlesztési területet irányoz elő az 1986-1990-re szóló magyar-NDK elektronikai megállapodás. Többek között az integrált áramkörök számítógépes tervezésében, az optoelektronikai alkatrészek és az integrált áramkörök gyártásához szükséges berendezések fejlesztésében működnek majd együtt magyar és NDK-beli vállalatok. Szóba került a Mikroelektronikai Vállalat (MEV) májusban leégett chip-

gyárának pótlásához való esetleges NDK-hozzájárulás is. A leégett gyár bipolaris gyártó sorának technológiáját és berendezéseit korábban részben az NDK-ból vásárolták. Az NDK most is hajlandó a berendezések és a know-how szállítására, ha magyar részről az adott technológia mellett döntenek. Addig is részben az NDK-ban dolgozták fel magyar megrendelésre azokat a szilíciumszelvényeket, amelyekből május 26. előtt a MEV készített chipeket. (HVG, 1986. szeptember 6.)

★

Nem túlzók azok a becslések, amelyek 10 milliárd forintra taksálják a Magyarországon üzemelő Commodore-64-es, 610-es, 720-as, 128-as konfigurációk értékét, s nem csekélyek azok az erőfeszítések, amelyek e számítógéppark értelmes kihasználására irányulnak.

A törekvések egyik biztató iránya a Commodore-gépekből felépített, nagykapacitású (25-50-100 Mbyte) merev lemezes háttérű többmunkahelyes hálózat kifejlesztése, amelynek segítségével az egymástól akár 1000 méter távolságra lévő munkahelyek hozzáférhetnek ugyanahhoz az adatállományhoz.

A fejlesztő NOVORAT és a QUALISOFT Kiszövetkezetek júniusban állapodtak meg a Skála Sztrádával a tavaszi BNV-n bemutatott és azóta már sok helyen üzembe állított MEGANET-C forgalmazásáról.

(Computrend, 1986/2.)

★

Az AT & T hivatalosan is bejelentette az UNIX operációs rendszer új változatának, a UNIX System V 3.0-nak a kibocsátását, amellyel elsősorban az irodaautomatizálási piacot vette célba. A rendszer alatt különböző számítógéptípusok kapcsolhatók egységes hálózatba.

(Computrend, 1986/2.)

★

A Kontakta ez év március elsején Műszaki Fejlesztési Intézetet hozott létre. A vállalat új vezérigazgatója szerint a jövőben piacorientált műszaki fejlesztésre van szükség, és minél előbb el kell érni, hogy az Intézet leányvállalati formában, önálló, önfinanszírozó egységként működjön. Az intézet jelenlegi létszáma 142 fő (ebből 76 műszaki dolgozó), a Kontakta korábbi 149 főle fejlesztési feladata közül 72 gyártási és 27 gyártmányfejlesztési, illetve kutatási témát töröltek.

(Kontakta Híradó, 1986/2.)

★