

«بىرىخ تىغانى»

ئىكلىيە دەم درس دەرس، (پەزىزلىرىنەمەنلىكى ئەتكەنلەر ئەتكەنلەرىنىڭ)

ئاچۇن ئاخانوادىقى: رەھىم مەسىندى

پەنچارەدەلسەجىپى: 9431023

اسىاد درس: جىتىپ آئاكىادلىك ئەدىيەتكار

1394, 7, 10

رسوصرع: مدل های SPICE برای تراانزیستورها و خازن های ماسفت (با تأکید بر مدل خازن ها)؛
می باشد طور که حدانه ها برای بررسی تراانزیستور در سیگنال کوچک آن را با یک مدل جایگزین
کردیم و آن روند این مدل ها بر اساس پیشنهاد تکنولوژی و تغییرات ایجاد شده در تراانزیستورها
با آنکاره تغییر نموده مدل طول کامل کروکا، مدل ها رفته کلاصل یافته اند این در زیر مدل های معروفی
که برای تراانزیستور در SPICE استفاده می شود، لحاظ شده است. (پایان بر مدل پایان بود و ادامه)

level	MOSFET model	description
1	Schichman-Hodges model	
2	Geometry-based analytical model (MOS2 Grove-Freeman model) SPICE 2G	Take into account second-order effects (varying channel charge, short channel, weak inversion, varying surface mobility, etc.)
3	semi-empirical short channel model (MOS3 empirical model) SPICE 2G	
4.	B SIM model based on automatically generated parameters from a process characterization. Good-weak-strong inversion transition	Basic model auxiliary parameters include capacitance [meyer and work-function (charge-conservative) bulk resistance, depletion region etc ...]
	small signal model: Based on the linearization of only the above large signal models	اللهم لك الحمد ذكر است که لست مدل بجز اولیت مدل ما بود که بر اساس گذشتگان زمان پیشنهاد کردیم
) Delta ϵ (channel charge coefficient) NSRS (fast state density) NFS $\Delta \phi$

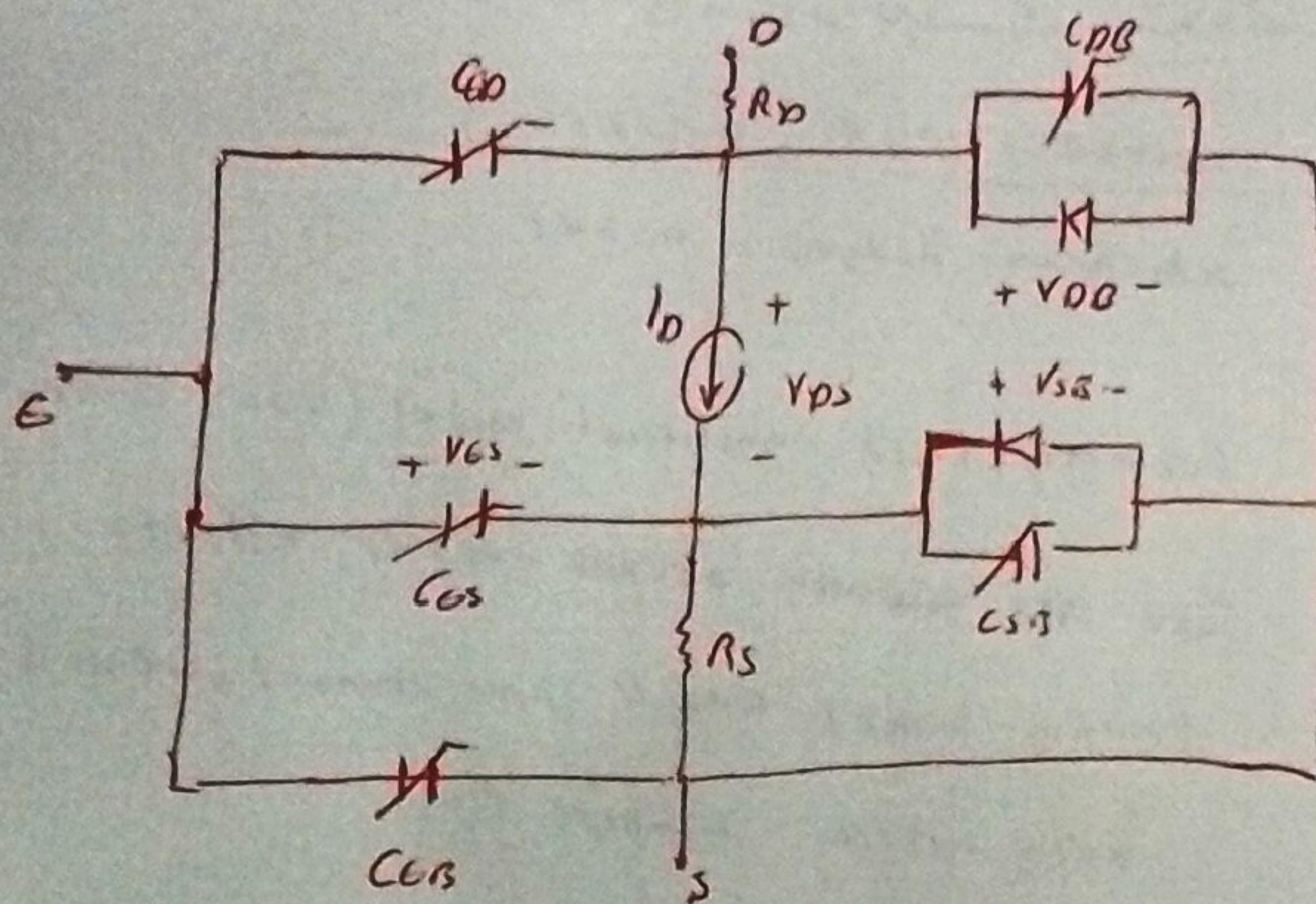
(channel length modulation) LAMBDA (channel width effect) K

(static feedback) on V_T) ETA

(substrate-bias or body-effect coefficient) GAMMA

و چندین متد برای رادیو کا دلخواه مدل سازی

آورده مسند است



spice model
level I

شکل ۷

- صد های حازن :

- ابتدا حال بودا هست به صد تراز پیسکورا باید داده و به صد های حازن براي MOSTFET

گاید لازم. در CAPOP SPICE می باشد که راستگان صد های حازن کا ساختن ناممکن می شود این بار راستگان براي اما حازن های آنکه و بالک را تعیین می نمایند. CAPOP براي اس

سطح صد های حازن صد های مستعاری استفاده می کند. در زیر لیست

جدول آنها آورده ام. (محدود براي هر صد ها معمولی خنده ای بوده صد های انتقالی)

که اینها مرکدار کلز بروند های ساخت را برای اس انتقالی دهند.

parameter	description
CAPOP=0	SPICE original Meyer gate-capacitance model (general)
CAPOP=1	modified Meyer gate-capacitance model (general)
CAPOP=2	modified Meyer gate-capacitance model with parameters (general default)
CAPOP=3	modified Meyer gate-capacitance model with parameters and Simpson Integration (general).
CAPOP=4	charge conservation capacitance model (analytic)
CAPOP=11	word-button model specialized.
CAPOP=13	generic BSIM charge-conservation gate capacitance model (default for levels 13-28-39)
Note: CAPOP contains Level3, Level2 & Level1	
also note (last) level, by CAPOP it's automatically choose	
Capacitance parameter	Capacitance model selector
CAPOP	oxide capacitance
Cox(Co)	oxide thickness
Tox	Gate-bulk overlap capacitance per meter channel width
CGB0 (CGB)	Gate-drain overlap capacitance per meter channel width
CGD0 (CDP)	Gate-source overlap capacitance per meter channel width
CGS0 (CGS)	Gate-source overlap capacitance per meter channel width

LD(LATD, PLAT)

Gate-source overlap capacitance per meter channel width is defined now lateral diffusion into channels from source and drain diffusion.

METO

Fringing field factor for gate-to-source and gate-to-drain overlap capacitance calculation.

WD

Lateral diffusion into channel from bulk along width

Meyer Capacitance parameters CAPOP = 0.12

CF1

modified Meyer control for transition of C_{GS} from depletion to weak inversion for C_{GS}

" "

" to strong inversion

CF2

modified Meyer control for the C_{GS} and C_{GD} transition from the saturation region to the linear region as a function of V_{DS}

CF3

modified Meyer control for the contour of C_{GS} and C_{GD} smoothing factors.

CF4

modified Meyer control for the capacitance multiplier for C_{GS} in the saturation region.

CF5

modified Meyer control for contour of C_{GD} smoothing factor

CF6

C_{GD} exponent

CGREX

X_{AC}

coefficient of channel

charge share attributed to drain.
Its range is 0 to 0.5.

- over lap capacitance Equations:

این خازن‌ها در مکانی صدای اسکرین است. بسیار ساده با اکتفا می‌باشد.

$$C_{GSO\ eff} = m \cdot L_{eff}$$

$$C_{GD0\ eff} = w_{eff} \cdot (G_{D0} - \text{scaled})$$

$$w_{eff} = m \cdot (w_{scaled} \cdot w_{MLT} + X \cdot w_{scaled})$$

حال آن باید راصنگ‌های اصلی آشنا شدیم، فرمول خازن‌ها در صدای اسکرین

کافی ندارند. (نحوه ذکر است آن باید کارایی صدای اسکرین را نیز ایجاد کرده باشد)

اعمومی تر عکس این مترادفع این بود داشت مراجع

(لند)

I - C_{AP0P0} - SPICE Meyer gate capacitance:

definition: $C_{AP} = C_{OSS} \cdot w_{eff} \cdot L_{eff}$

$$C_{gb}: V_{GS} > V_{th} - \rho_{H1} \quad C_{gb} = C_{AP} \quad \text{Accumulation}$$

$$V_{GS} < V_{th} \quad C_{gb} = C_{AP} \cdot \frac{V_{th} - V_{GS}}{\rho_{H1}} \quad \text{Depletion}$$

$$V_{GS} \geq V_{th} \quad C_{gb} = 0 \quad \text{Strong Inversion}$$

$$C_{GS}: \begin{cases} V_{GS} < V_{th} - \frac{\rho_{H1}}{2} \\ V_{GS} \geq V_{th} \end{cases} \quad C_{GS} = 0 \quad \text{Accumulation}$$

$$C_{GS} = C_{FS} \cdot C_{AP} + \frac{C_{AP} \cdot (V_{GS} - V_{th})}{175 \cdot \rho_{H1}} \quad \text{Depletion}$$

Strong Inversion:

$$C_{SS} = C_{FS} \cdot C_{AP}$$

$$V_{GS} > V_{TH} - V_{DS} > V_{DSAT}$$

Strong Inversion Saturation
Region

$$V_{GS} > V_{TH} - V_{DS} < V_{DSAT}$$

$$C_{SS} = C_{FS} \cdot C_{AP} \left\{ 1 - \left[\frac{V_{DSAT} - V_{DS}}{2 \cdot (V_{DSAT} + V_{SB}) - V_{DS} - V_{SB}} \right]^2 \right\}$$

Strong Inversion Linear

$$C_{GD}$$

$$V_{GS} > V_{TH} - V_{DS} < V_{DSAT}$$

C_{SS} has value only in linear region

$$C_{GD} = C_{FS} \cdot C_{AP} \left\{ 1 - \left[\frac{V_{DSAT} + V_{SB}}{2 \cdot (V_{DSAT} + V_{SB}) - V_{DS} - V_{SB}} \right]^2 \right\}$$

Strong Inversion
Linear Region

- II: $C_{AP} = 1$ - modified Meyer gate capacitances.

Definition: $C_{AP} = COX \text{ scaled } \omega_{eff} \cdot L_{eff}$

$\epsilon_{eff}, \epsilon_{ox}, \mu_{eff}$ are smooth factors. You can not change the values of these parameters.

$$C_{GB}$$

$$V_{GS} \leq V_{FB} - V_{SB}$$

$$C_{GB} = C_{AP}$$

Accumulation

$$V_{GS} \leq V_{TH}$$

$$C_{GB} = \frac{C_{AP}}{\left[1 + 4 \cdot \frac{V_{SB} + V_{FB} - V_{TH}}{GAMMA^2} \right]} \quad C_{CBEX} \quad \text{Depletion}$$

$$V_{GS} > V_{TH}$$

$$C_{GB} = \frac{\epsilon^+ \cdot C_{AP}}{\left[1 + 4 \cdot \frac{GAMMA \cdot (V_{SB} + P_{HS})^2 + V_{SB} + P_{HE}}{GAMMA^2} \right]} \quad C_{GBEX}$$

$$C_{GS}$$

$$V_{GS} \leq V_{TH}$$

$$C_{GS} = C_{FS} \cdot C_{AP} \cdot \epsilon^- \cdot D^-$$

$$V_{GS} \leq V_{TH} + \gamma_1 \quad C_{GS} = C_{FS} \cdot C_{AP} \left\{ \frac{V_{GS} - V_{TH}}{\gamma_1} \cdot \left[1 - \left(\frac{V_1 - V_{DS}}{V_2 - V_{DS}} \right) - D^- \right] + D^- \right\}$$

$$V_{GS} \geq V_{TH} + \gamma_1$$

$$C_{GS} = C_{FS} \cdot C_{AP} \left\{ 1 - \left[\frac{V_{GS} - V_{TH} - V_{DS}}{2 \cdot (V_{GS} - V_{TH}) - V_{DS}} \right]^2 \right\}$$

High V_{DS} ($V_{DS} \geq \gamma_1$):

$$V_{GS} \leq V_{TH}$$

$$C_{GS} = C_{FS} \cdot C_{AP} \cdot \epsilon^- \quad \text{Accumulation}$$

$$V_{GS} \leq V_{TH} + V_{DS} \quad C_{GS} = C_{FS} \cdot C_{AP}$$

Saturation Region

$$V_{DS} \geq V_{TH} + V_{DS}$$

$$C_{GS} = C_{FS} \cdot C_{AP} \left\{ 1 - \left[\frac{V_{GS} - V_{TH} - V_{DS}}{2 \cdot (V_{GS} - V_{TH}) - V_{DS}} \right]^2 \right\} \quad \text{Linear Region}$$

$$C_{gd} = \text{low } r_{ds} = (V_{ds} < V_T)$$

$$V_{SS} < V_{th} + V_T \quad C_{gd} = C_{FS} \cdot C_{wp} \cdot \epsilon^{-D^+}$$

Accumulation

$$V_{SS} < V_{th} + V_T \quad C_{gd} = C_{FS} \cdot C_{wp} \cdot \left\{ D^+ + \frac{V_{ds} - V_{th}}{V_T} \cdot \max \left[0, 1 - \left(\frac{V_T - (V_{ds} - V_{th})}{V_{ds}} \right)^2 \right] \right\}^2 \quad \text{weak inversion}$$

$$V_{SS} > V_{th} + V_T \quad C_{gd} = C_{FS} \cdot C_{wp} \cdot \max \left\{ D^+, 1 - \left[\frac{V_T - V_{th}}{2 \cdot (V_{SS} - V_{th}) - V_{ds}} \right]^2 \right\} \quad \text{strong inversion}$$

$$\text{High } r_{ds}: (V_{ds} \geq V_T)$$

$$V_{SS} < V_{th} + V_{ds} \quad C_{gd} = C_{FS} \cdot C_{wp} \cdot \epsilon^{-D^+}$$

$$V_{SS} \geq V_{th} + V_{ds} \quad C_{gd} = C_{FS} \cdot C_{wp} \cdot D^+$$

$$V_{SS} \geq V_{th} + V_{ds} \quad C_{gd} = C_{FS} \cdot C_{wp} \cdot \max \left\{ D^+, 1 - \left[\frac{V_{ds} - V_{th}}{2 \cdot (V_{SS} - V_{th}) - V_{ds}} \right]^2 \right\}$$

- *جواب معمولی مداری* *لطفاً اول این سه قاعده را در آن پذیرفته باشید* $CAPOP = 2$

III: $CAPOP = 6$ - AME Gate capacitance model:

$$\text{define: } V_{SS+} = V_{SS} - \frac{(V_{th} + V_{fb})}{2}$$

$$C_{ox} = \frac{\epsilon_{ox}}{T_{ox} \cdot 10^{-10}} \cdot W_{eff} \cdot L_{eff}$$

$$C_{SS} =$$

$$V_{SS} \leq \frac{1}{2}(V_{th} + V_{fb}) \quad C_{SS} = 0$$

$$\frac{1}{2}(V_{th} + V_{fb}) < V_{SS} < V_{th} \quad C_{SS} = \frac{4}{3} \cdot \frac{C_{ox} \cdot V_{SS+}}{V_{th} - V_{fb}}$$

$$V_{SS+} < V_{ds}$$

$$V_{SS+} > V_{ds} \quad C_{SS} = \text{arg} \frac{4}{3} \cdot \frac{C_{ox} \cdot V_{SS+}}{V_{th} - V_{fb}}$$

$$V_{SS} \leq V_{th} =$$

$$V_{SS} < V_{ds}: \quad C_{SS} = \frac{2}{3} C_{ox}$$

$$V_{SS+} > V_{ds}: \quad C_{SS} = \text{arg} \frac{2}{3} C_{ox} \quad \text{arg} = V_{SS+} \cdot \frac{(3V_{SS+} - 2V_{ds})}{(2 \cdot V_{SS+} - V_{ds})^2}$$

$$C_{gd}: \quad V_{SS} < V_{th} \quad C_{gd} = 0$$

$$V_{SS} > V_{th} \text{ and } V_{SS} < V_{ds} \quad C_{gd} = 0$$

$$V_{SS} > V_{th} \text{ and } V_{SS+} > V_{ds} \quad C_{gd} = \text{arg} \cdot \frac{2}{3} C_{ox}$$

$$\text{arg} = (3 \cdot V_{SS+} - V_{ds}) \cdot \left(\frac{V_{SS+} - V_{ds}}{(2 \cdot V_{SS+} - V_{ds})^2} \right)$$

$$C_{gb} = \frac{C_{gbx} + C_d}{C_{gbx} + C_d}$$

$$C_{gbx} = C_{ox} - g_s - C_d$$

$$C_d = \frac{ESI}{w_d} \text{ width Left}$$

$$w_d = \left(\frac{2ESI + V_c}{9Nsub} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$V_{SS} + V_{SB} < V_{FB}$$

$$V_C = 0$$

$$V_{GS} + V_{SB} > V_{FB}$$

$$V_C = V_{SS} + V_{SB} - V_{FB}$$

$$V_{GS} > V_{th} \Rightarrow V_{SS} < V_{th} - V_{DS}$$

$$V_C = \frac{1}{2} (V_{th} - V_{FB}) + \frac{3}{2} V_{GS} + V_{SB}$$

$$V_{DS} > 0 \Rightarrow V_S > V_{th} , V_{SS} > V_{DS}$$

$$V_{GS} > V_{th} - V_{SS} + V_{DS}$$

$$V_C = V_{th} - V_{FB} + \frac{1}{2} V_{SS} + V_{SB}$$

$$V_C = \frac{1}{2} (V_{th} - V_{FB}) + V_{GS} + \frac{1}{2} V_{DS} + V_{SB}$$

$$V_{GS} > V_{th} \Rightarrow V_{GS} > V_{DS}$$

$$V_C = V_{th} - V_{FB} + \frac{1}{2} V_{DS} + V_{SB}$$

حلقه بربري مكعبی انجام يود، اينها مدل مکروهطي يور (z)، سهل هاچ كاملا تکر واليه

و... مدل BSIM و ... مدل BSIM3 در ارجاع، صراحتع کرد. در BSIM3 بهای خازن داشت.

اسقما نه مدل (charge conversion model)) $C_{Apop} = 4$ مدل
(more) اسقما نه مدل (capacitance model)

مراجع:

1- Allen and Holberg - CMOS Analog Circuit Design.

pages (62-69), (2-25)

2- HSPICE-MOSFET models manual (version X-20.5.09 September 2005)

pages (1-91), (74-94)

3- Design of Analog CMOS Integrated Circuits R. Rezavi

pages (597, 598)