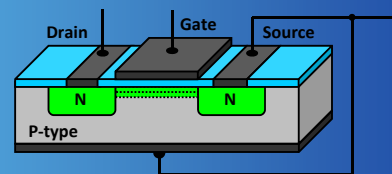


# Basic Electronics

## Lecture #8

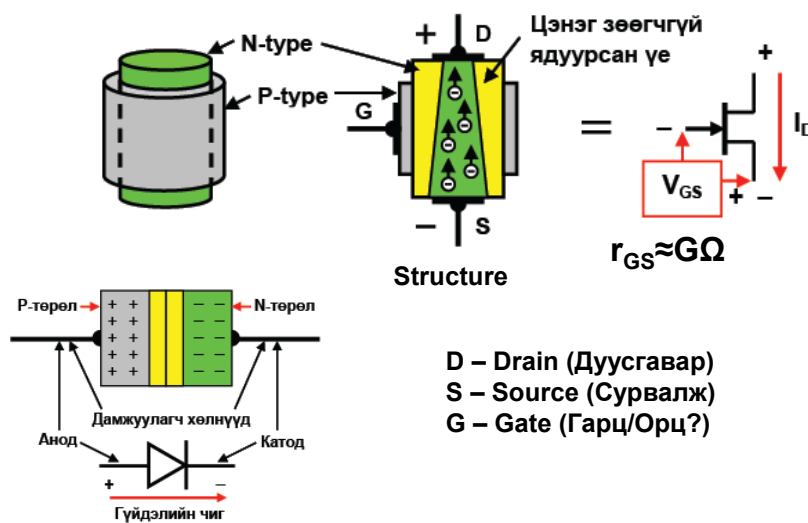


© 2010 B. Bat-Otgon

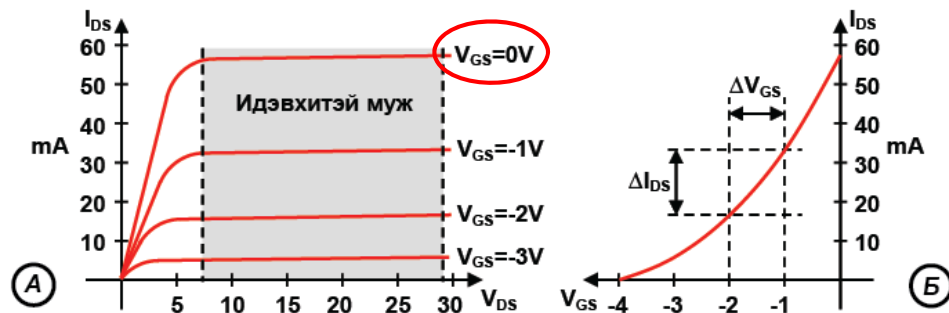
## Field Effect Transistor

Ch.8

### N CHANNEL JUNCTION FET



## N CHANNEL JUNCTION FET



V-I Curves of N channel J-FET  
A. Drain curve, B. Gate curve

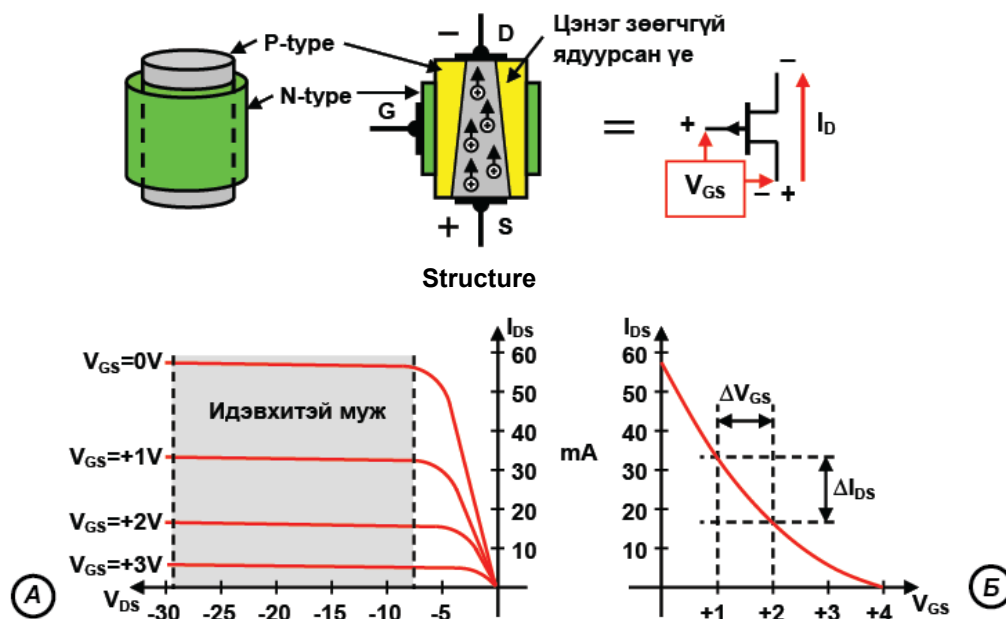
$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

Биполяр транзисторын  
гүйдэл өсгөлтийн коэффициент

$$S = \frac{\Delta I_D}{\Delta V_{GS}} [\Omega^{-1}]$$

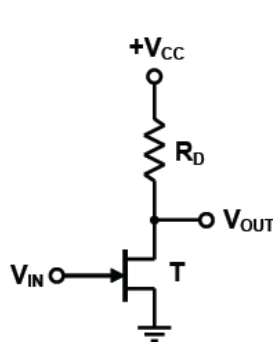
Оронгийн транзисторын  
нэвтдамжуулалт (transconductance)

## P CHANNEL JUNCTION FET



V-I Curves of P channel J-FET  
A. Drain curve, B. Gate curve

## N CHANNEL J-FET AMPLIFIER



$$V_{IN} = \Delta V_{GS}$$

$$V_{OUT} = \Delta V_{DS}$$

$$V_{DS} = V_{CC} - I_{DS} \cdot R_D \Rightarrow \Delta V_{DS} = -\Delta I_{DS} \cdot R_D$$

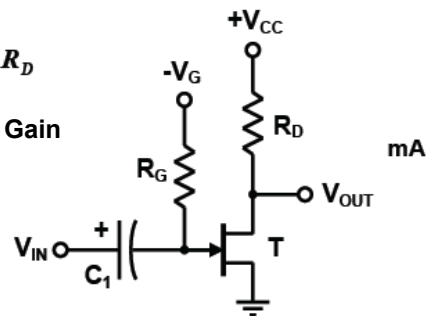
$$K = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{\Delta V_{DS}}{\Delta V_{GS}} = -\frac{\Delta I_{DS}}{\Delta V_{GS}} \cdot R_D$$

$$S = \frac{\Delta I_{DS}}{\Delta V_{GS}} \Rightarrow K = -S \cdot R_D$$

Transconductance, [Siemens] ; Gain



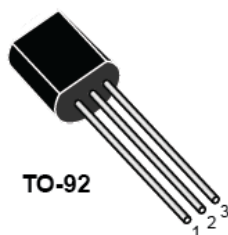
J-FET requires *Negative Biasing*.



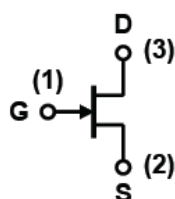
$$S = \frac{\Delta I_{DS}}{\Delta V_{GS}} = \frac{16mA}{1V} = 16 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \quad K = -S \cdot R_D = -16 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \cdot 470\Omega = -7.52$$

From the V-I curve example when  $R_D=470\Omega$

## J-FET BF246A/BF256A



TO-92



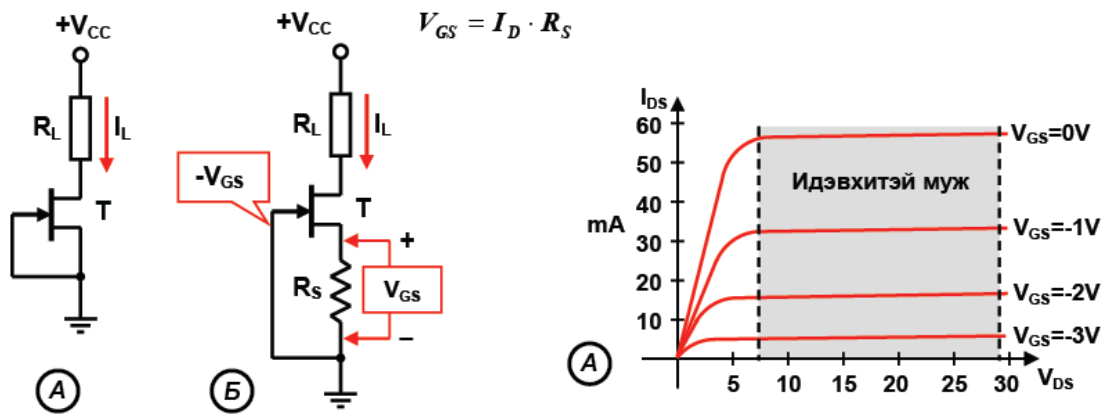
Тэмдэг	Параметр	Хэмжсэн нөхцөл	Мин.	Макс.	Нэгж
$V_{DS}$	Дуусгавар-Орцын хүчдэл			40	V
$V_{GS}$	Орц-Сурвалжийн урвуу хүчдэл	$I_G=1\mu A, V_{DS}=0V$		-30	V
$V_{GS(off)}$	Суваг хаагдах орц-сурвалж хүчдэл	$V_{DS}=15V, I_D=100nA$		-14.5	V
$V_{GSF}$	Орц-Сурвалжийн шууд хүчдэл	$I_G=1mA$		2	V
$I_{GF}$	Орцын шууд гүйдэл			10	mA
$I_{GR}$	Орцын урвуу гүйдэл	$V_{GS}=15V, V_{DS}=0V$		-5	nA
$I_{DSS}$	Дуусгаварын ханалтын гүйдэл	$V_{DS}=15V, V_{GS}=0V$	30	80	mA
S	Нэвтдамжуулалт	$V_{DS}=15V, V_{GS}=0V$	8	18	mS
T	Ажиллах ба хадгалах температур		-55	+150	°C
$P_D$	Чадал сарниулалт	25°C		350*	mW

BF256A транзисторын ялгаатай үзүүлэлтүүд нь:

$V_{DS}$	Дуусгавар-Орцын хүчдэл			30	V
$V_{GS(off)}$	Суваг хаагдах орц-сурвалж хүчдэл	$V_{DS}=15V, I_D=10nA$		-8	V
$I_{DSS}$	Дуусгаварын ханалтын гүйдэл	$V_{DS}=15V, V_{GS}=0V$	3	7	mA
S	Нэвтдамжуулалт	$V_{DS}=15V, V_{GS}=0V$	4.5	9	°C

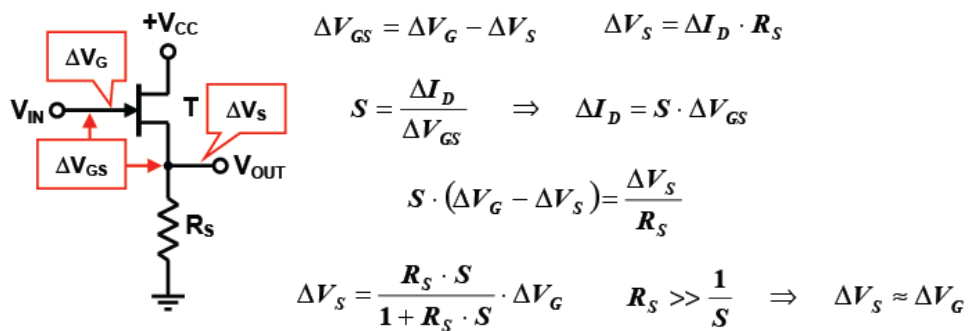
\* 25°C-ээс дээш 1°C тутамд сарниулах чадал 2.8mW-аар буурна.

## J-FET CURRENT SOURCES

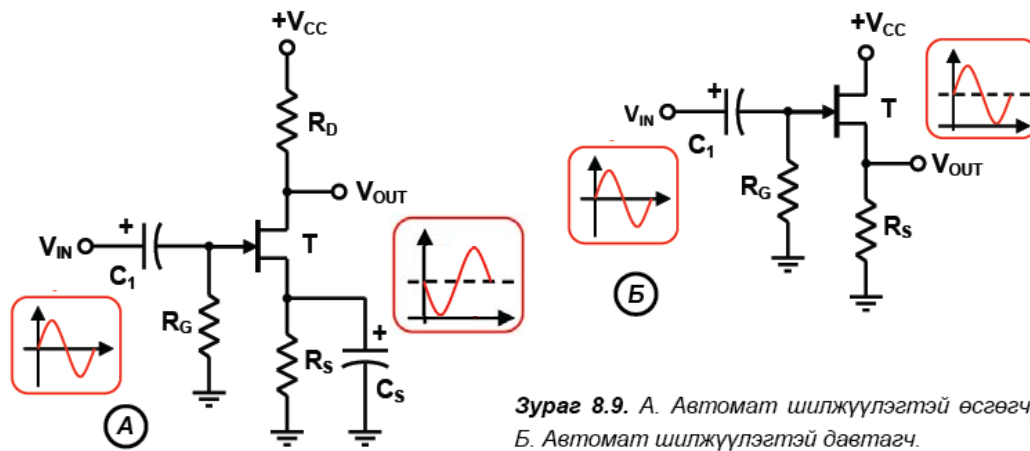


- A. Un-Biased (Шилжүүлэггүй)  
B. Self-Biased (Авто-шилжүүлэгтэй)

## SOURCE FOLLOWER

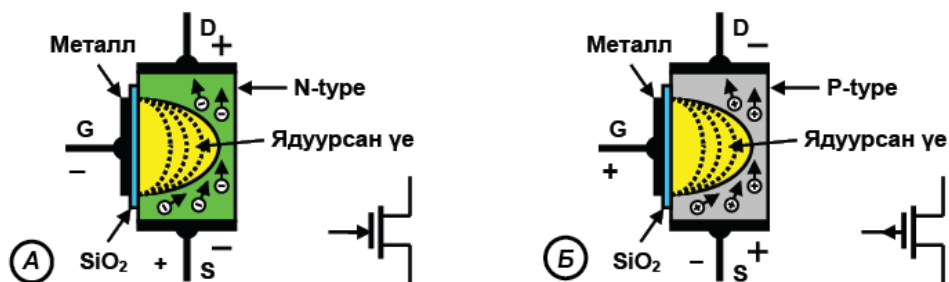


## SELF BIASED AMPLIFIER AND FOLLOWER

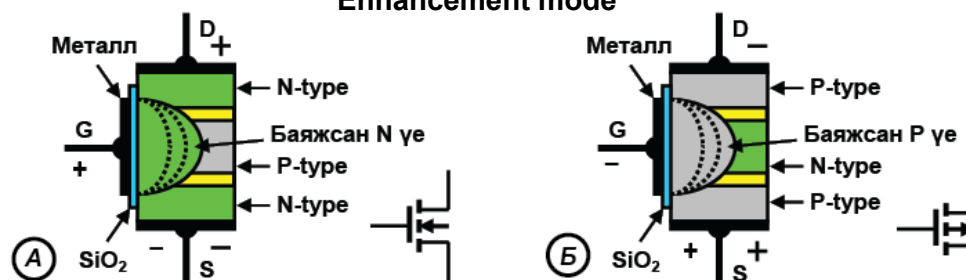


Зураг 8.9. А. Автомат шилжүүлэгтэй өсгөгч, Б. Автомат шилжүүлэгтэй давагч.

## METAL-OXIDE-SEMICONDUCTOR FET Depletion mode



## Enhancement mode

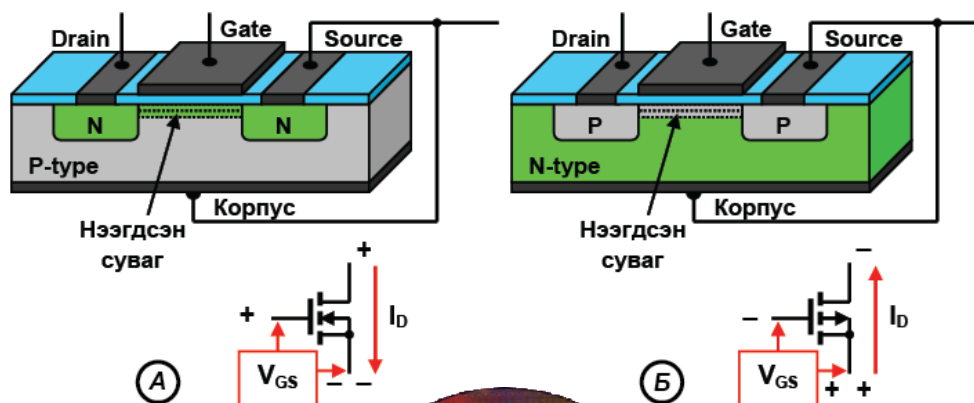


N channel

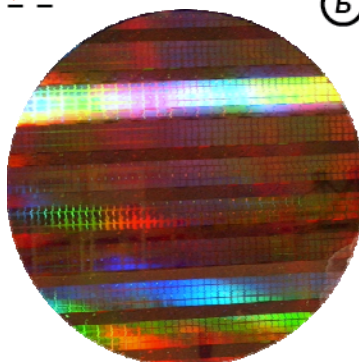
$$r_{GS} \approx T\Omega$$

P channel

## Planar MOSFET



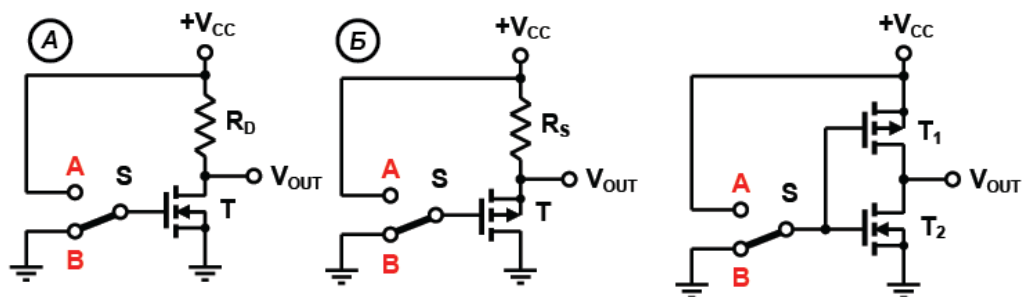
Intel® фирмийн шинээр гаргасан 45 nm транзистор бүхий цахиуран хавтан



2 см<sup>2</sup> талбайд 100 сая ширхэг транзистор агуулсан микропроцессорын G, D, S-уудыг холбосон холбогч утасны урт = ?

2 км

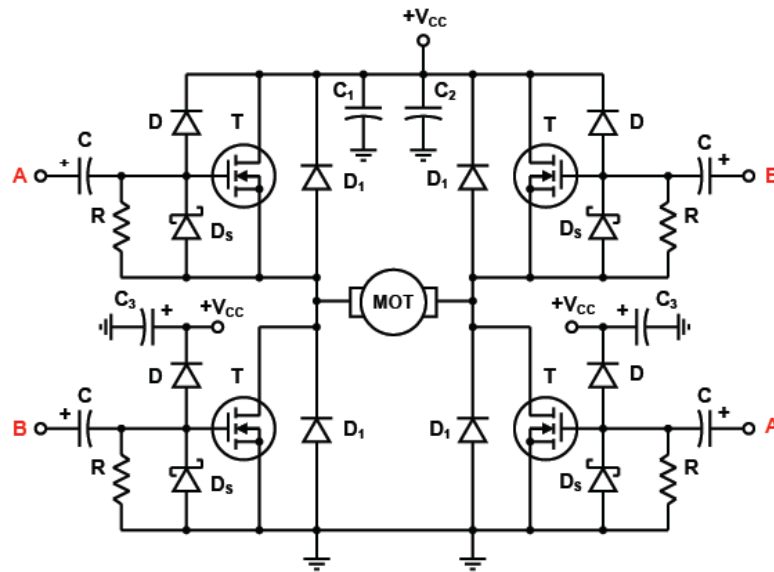
## MOSFET SWITCHES



<http://www.appliedmaterials.com/htmat/animated.html>



### N-MOSFET SWITCHES AS MOTOR DRIVER



Зураг 8.15. N сувагт транзистороор хийсэн H-гүүр холболттой хөдөлгүүрийн удирдлага

### THE STATIC DISCHARGE AND SAFETY



Шилжилтэт болон Металл-Исэл-Хагасдамжуулагч оронгийн транзистор ашигласан интеграл микросхемүүдийн дутагдалтай тал нь хүчдэлд их мэдрэмтгий бөгөөд ялангуяа хуурай улиралд ихэсдэг цэнэгжилтээс болж гараар хүрэх төдийд  $\text{SiO}_2$  давхрага нь маш амархан гэмтдэгээс эвдэрдэг байна.

