

T.E.C

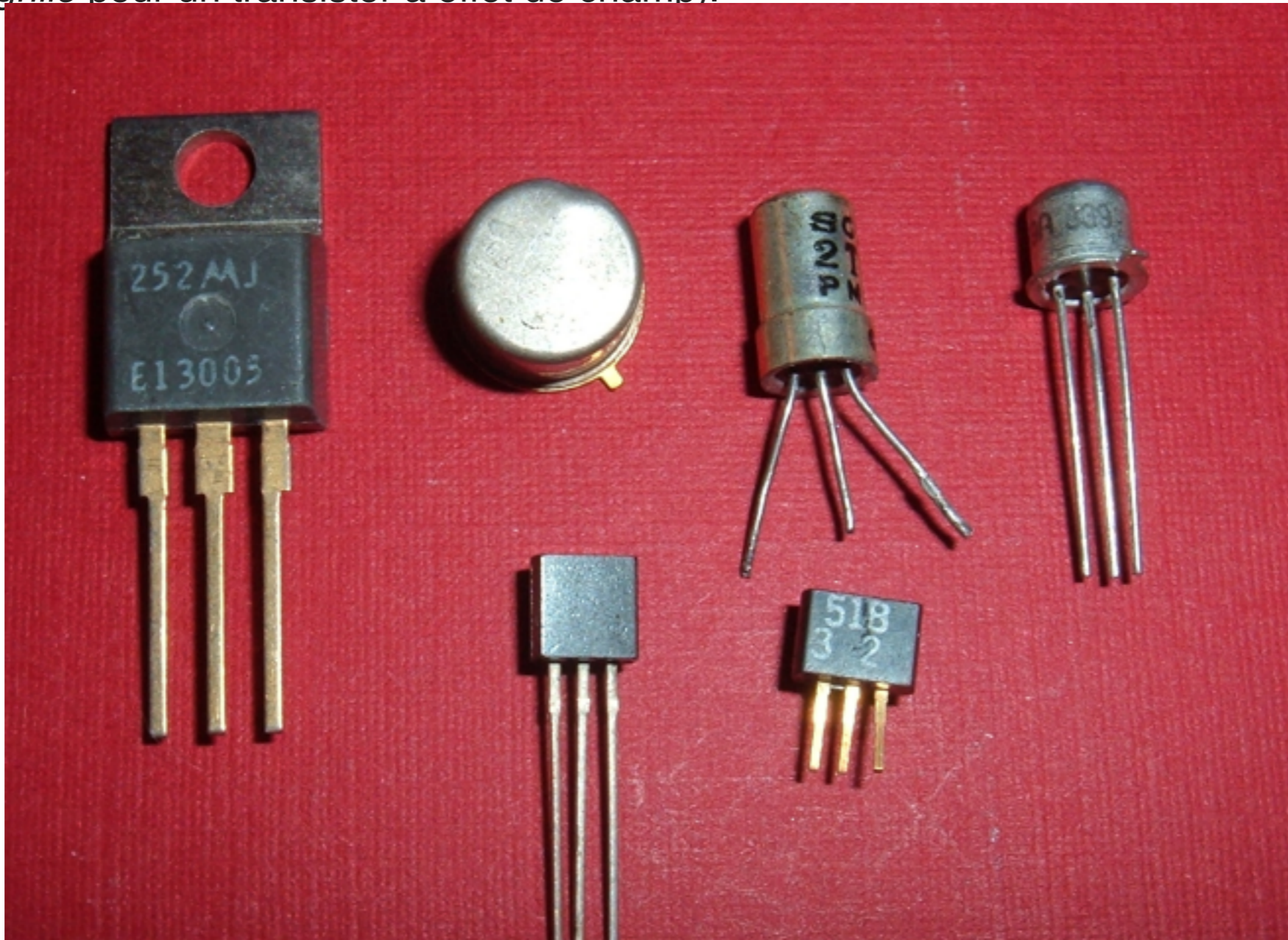
HISTORIQUE

- Le MOSFET a été conçu de façon théorique en 1920 par [Julius Edgar Lilienfeld](#) qui le breveta comme étant un composant servant à contrôler le courant¹. Cependant, la technologie nécessaire à sa construction ne fut pas disponible avant 1950. En effet, les caractéristiques du MOSFET requièrent des techniques de fabrication non disponibles à cette époque. L'avènement des circuits intégrés permit sa réalisation. Ainsi, M.M Atalla et Dawon Khang des [laboratoires Bell](#) construisirent le premier MOSFET en 1960 qui fera son apparition dans les circuits intégrés en 1963. Peu après, l'élaboration de la technologie CMOS assura le futur commercial et technologique du MOSFET en électronique intégrée². Un **transistor à effet de champ à grille isolée** plus couramment nommé **MOSFET** (acronyme anglais de *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor* - qui se traduit par *transistor à effet de champ à structure métal-oxyde-semiconducteur*), est un type de [transistor à effet de champ](#). Comme tous les [transistors](#), le MOSFET module le courant qui le traverse à l'aide d'un signal appliqué sur son électrode centrale nommée *grille*. Il trouve ses applications dans les [circuits intégrés numériques](#), en particulier avec la technologie [CMOS](#), ainsi que dans l'[électronique de puissance](#).

Le **transistor** est un [composant électronique](#) actif utilisé :

- comme [interrupteur](#) dans les circuits logiques ;
- comme amplificateur de signal ;
- pour stabiliser une [tension](#), moduler un [signal](#) ainsi que pour de nombreuses autres applications.

Un transistor est un dispositif [semi-conducteur](#) à trois électrodes actives, qui permet de contrôler un courant (ou une tension) sur une des électrodes de sorties (*le collecteur* pour le [transistor bipolaire](#) et *le drain* sur un [transistor à effet de champ](#)) grâce à une électrode d'entrée (*la base* sur un transistor bipolaire et *la grille* pour un transistor à effet de champ).



Transistor à effet de champ

Contrairement au transistor bipolaire la grille agit par effet de champ (d'où son nom) et non par passage d'un courant électrique.

Parmi les transistors à effet de champ (ou FET, pour *Field Effect Transistor*), on peut distinguer les familles suivantes :

- [Transistors JFET](#) : ils utilisent les propriétés des jonctions PN.
- Transistors [MOSFET](#) : ils utilisent les propriétés des structures Métal/Oxyde/Semi-conducteur ;

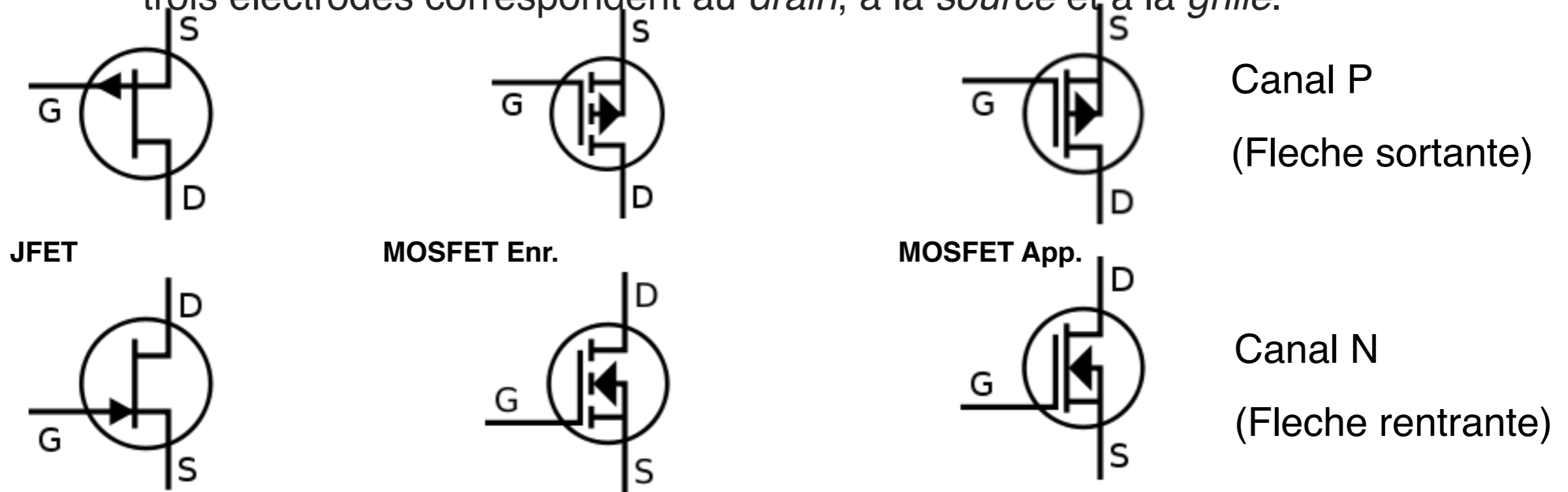
T.E.C

Indépendamment du JFET

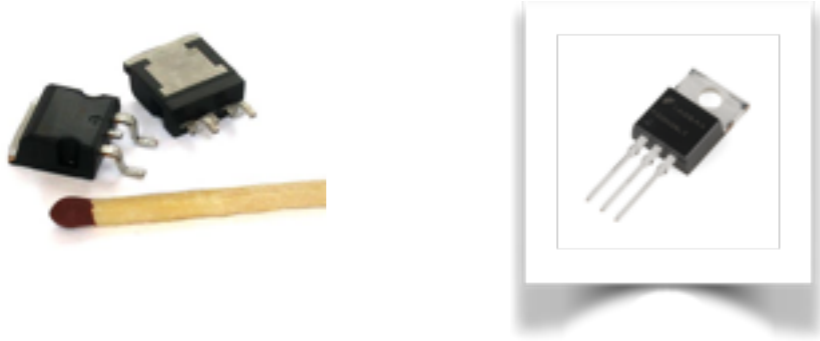
Les transistors MOSFET se divisent en deux catégories:

- les MOSFET à enrichissement. Ils sont les plus utilisés du fait de leur non conduction en l'absence de polarisation, de leur forte capacité d'intégration ainsi que pour leur fabrication plus aisée.
- les MOSFET à appauvrissement. Ceux-ci se caractérisent par un canal conducteur en l'absence de polarisation de grille (). canal conducteur en l'absence de polarisation de grille ().

Le transistor est caractérisé par la charge de ses porteurs majoritaires qui détermine s'il est de type *P* ou *N*. Les symboles du MOSFET permettent de différencier son type et sa catégorie. Les lettres sur les trois électrodes correspondent au *drain*, à la *source* et à la *grille*.



T.E.C



Un transistor à effet de champ est un composant à trois broches :
la Grille (G), le Drain (D) et la Source (S).

On considère que la commande du transistor se fait par l'application d'une tension V_{GS} négative dans le cas d'un type P, positive dans le cas d'un type N. Les caractéristiques de sortie sont liées au rapport tension/courant admissible entre le drain et la source, représenté par une résistance équivalente R_{DSon} lorsque le transistor est passant.

La pente (ou transconductance) du transistor est le rapport I_d/V_{gs} . C'est l'inverse d'une résistance (donc une conductance). Plus elle est élevée, et plus le gain du transistor sera grand.

T.E.C

L'un des modèles les plus connus est le modèle 2N3819, toujours vendu de nos jours. Donnons ses caractéristiques :

- puissance maximale dissipée : 0,36 W
- tension drain-source maximale : 15 V
- pente : 2 à 6,5 [mS](#)

Remarque

Les transistors à effet de champ sont plus fragiles que les transistors à jonction, notamment parce qu'ils peuvent claquer suite à une décharge d'électricité statique. C'est pourquoi on doit les protéger contre les surtensions d'origine statique ou dynamique afin d'éviter leur destruction.

- en court-circuitant les connexions externes pendant leur stockage, leur manipulation ou leur soudure.
- en les piquant dans des mousses conductrices.

T.E.C

Fonctionnement

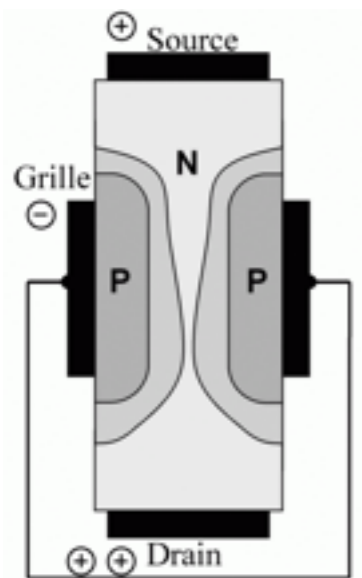
Un transistor à effet de champ est un transistor unipolaire : son fonctionnement est basé sur l'action d'un champ électrique sur un canal composé d'un seul type de porteurs de charges mobiles. Ce canal est un [semi-conducteur](#) avec un excédent d'électrons ([dopage](#) de type N), ou de trous (dopage de type P). La présence d'un champ électrique peut autoriser la conduction électrique dans ce canal (transistor à enrichissement, ou *enhancement*) ou la réduire (transistor à appauvrissement, ou *depletion*).

Par rapport à un transistor bipolaire (NPN ou PNP), il présente l'intérêt d'avoir une grande impédance d'entrée (supérieure au mégaohm), ce qui le rend intéressant dans certains montages (étage d'entrée d'un radiorécepteur, détecteur d'électricité statique...). Plus précisément, cette résistance d'entrée est la résistance de fuite de la jonction grille-source (GS) polarisée en inverse. La capacité d'entrée du transistor est faible (quelques picofarads). Cette résistance d'entrée élevée et cette faible capacité d'entrée donnent aux transistors à effet de champ des caractéristiques proches de celles des [tubes à vide](#).

T.E.C

Vérification des diodes, transistors bipolaire et MOSFET

JFET



Avec un multimètre numérique en position test de diode on contrôle l'absence de court circuit entre les électrodes et la présence d'une diode (éventuelle) entre le drain et la source.

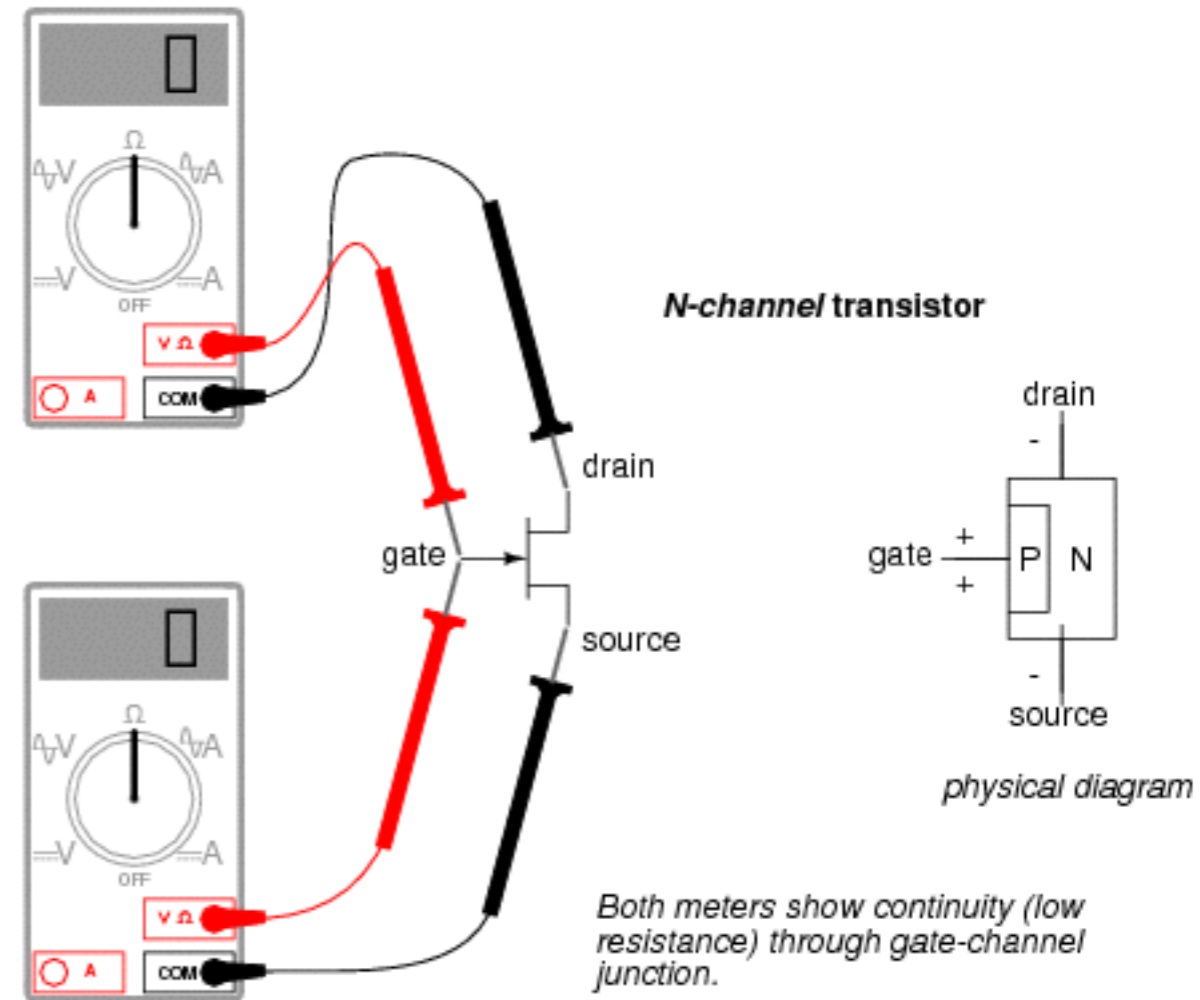
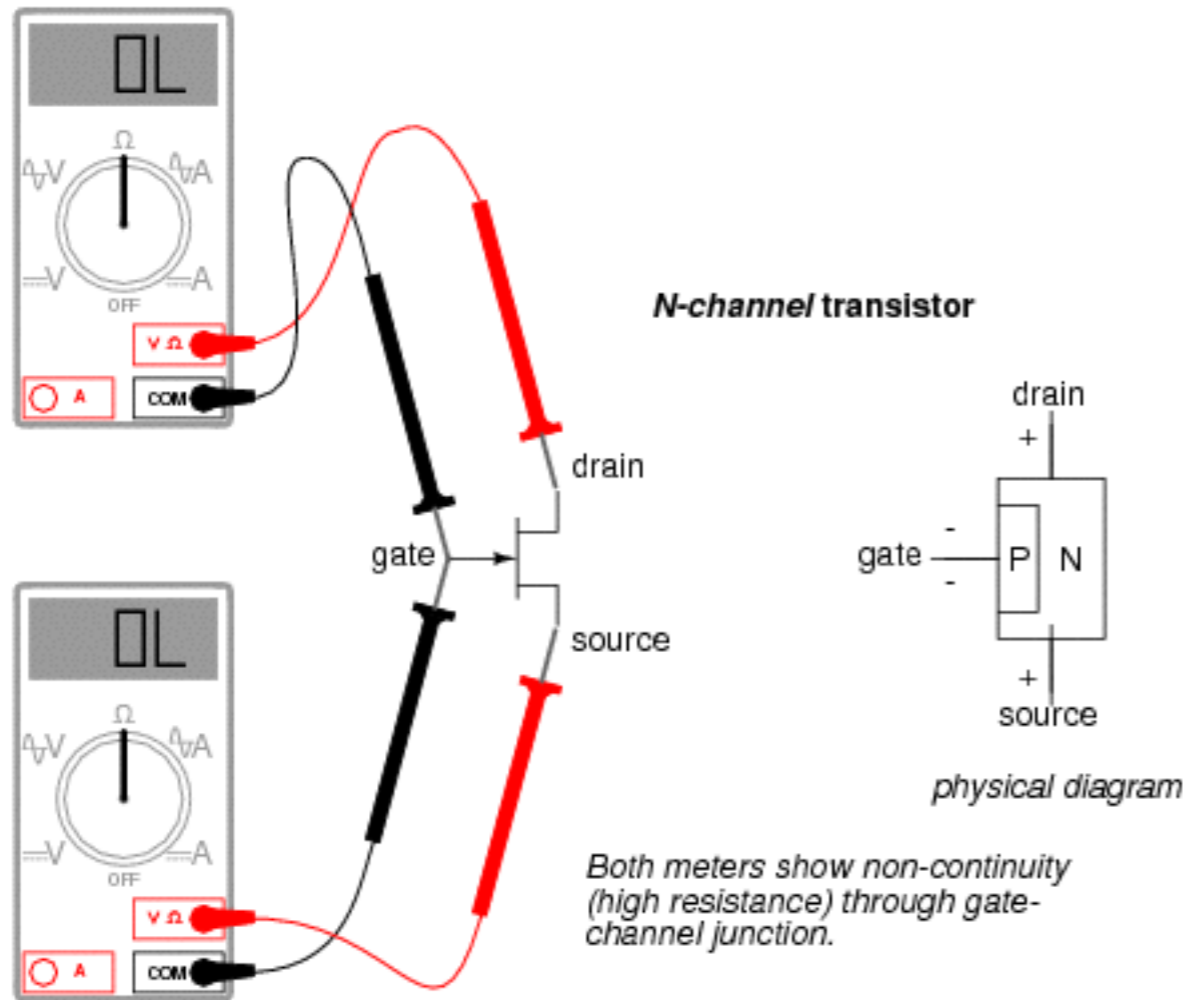
Pour un test plus complet, il faut une alim de (Ex: 9V ou 12V) et une lampe compatible de la tension d'alim.

- On relie la Source au (-) et le Drain au (+) via la lampe.
- On connecte la grille au (-) la lampe reste éteinte.
- On relie la grille au (+) ==>>> la lampe doit s'allumer.

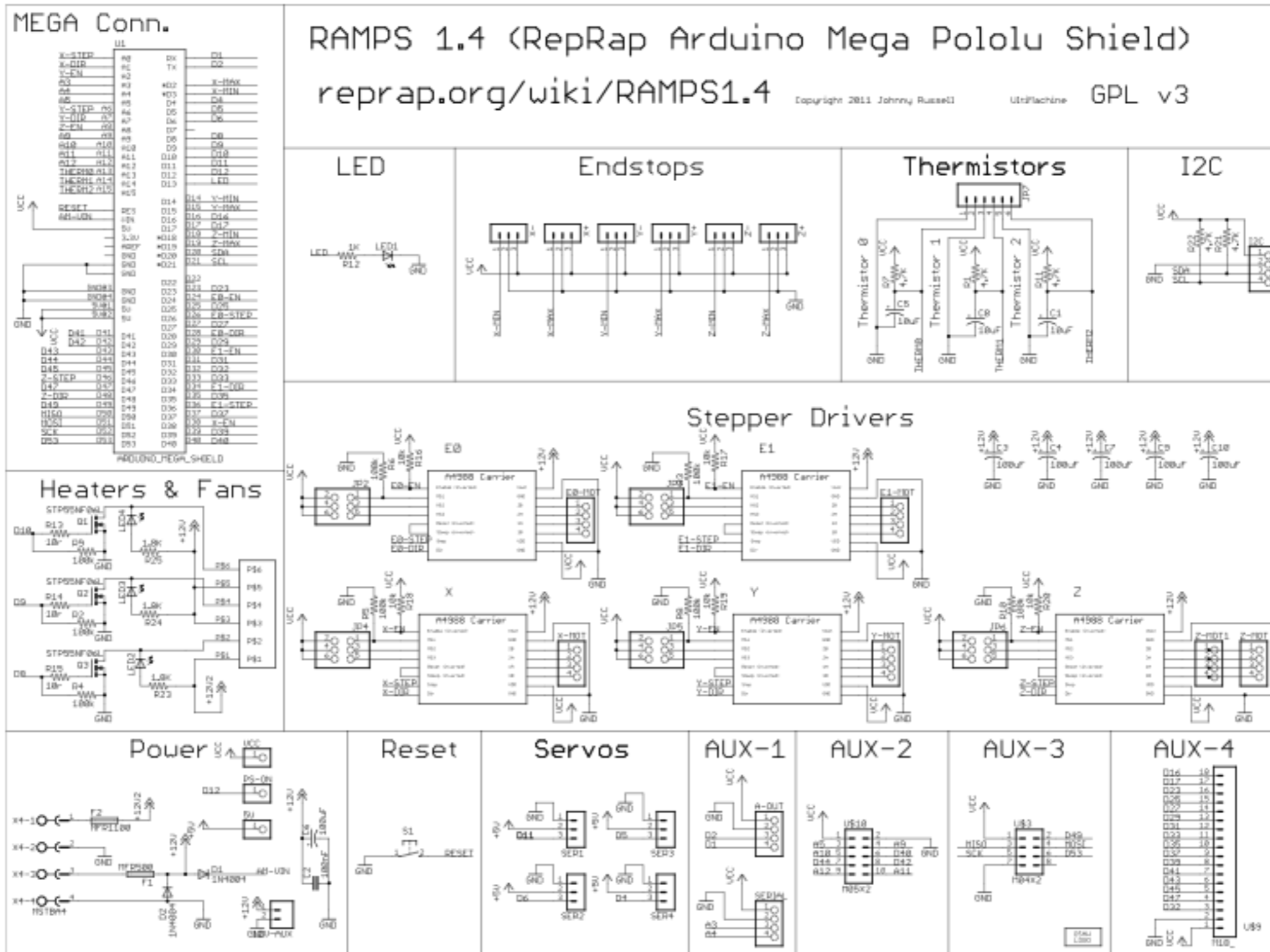
Si ensuite on laisse la grille en l'air (non connectée) la lampe ne s'éteint pas.

T.E.C

JFET



T.E.C

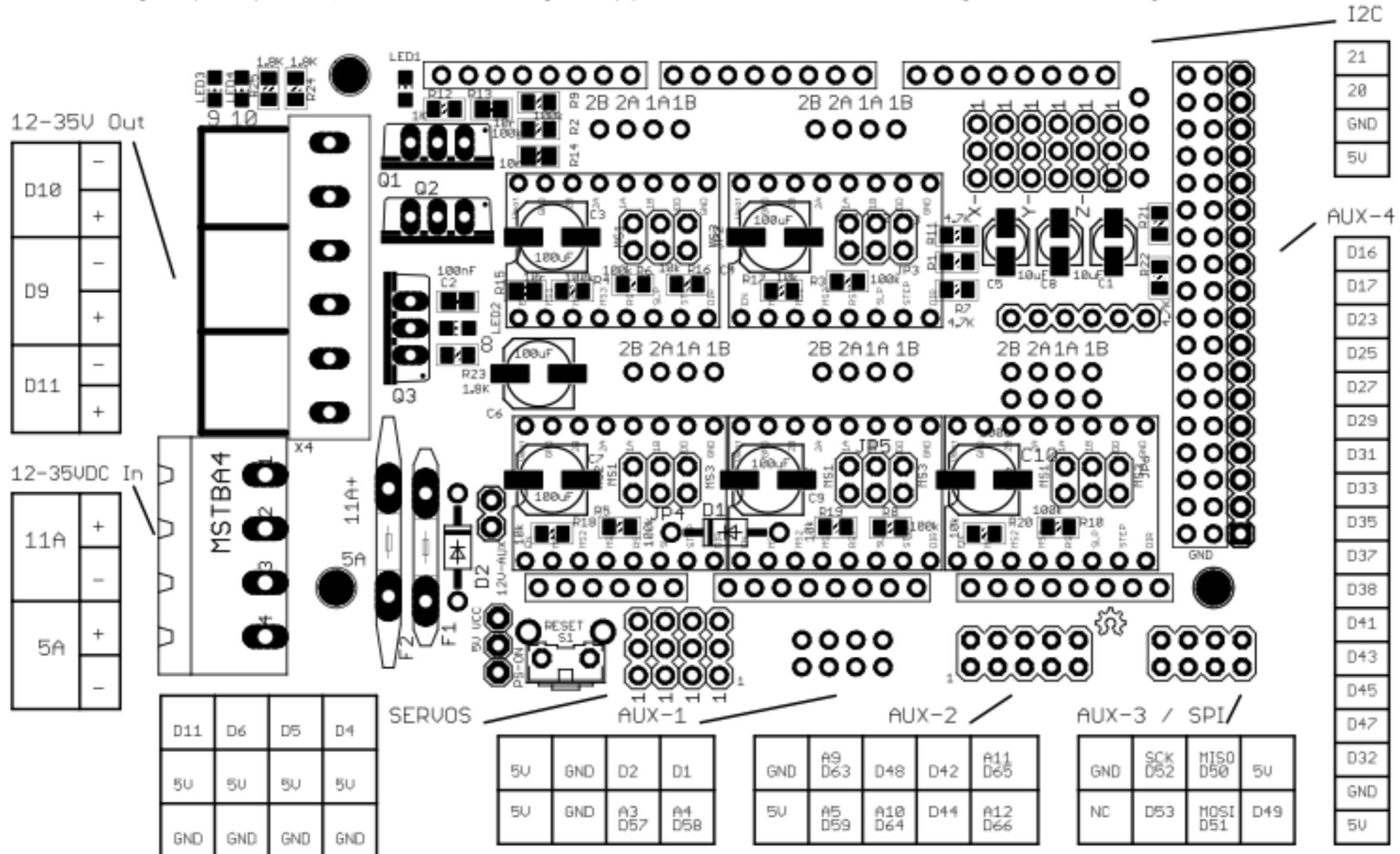


T.E.C

RAMPS 1.4 (RepRap Arduino MEGA Pololu Shield)
reprap.org/wiki/RAMPS1.4

GPL v3

Reversing input power, and inserting stepper drivers incorrectly will destroy electronics.



T.E.C

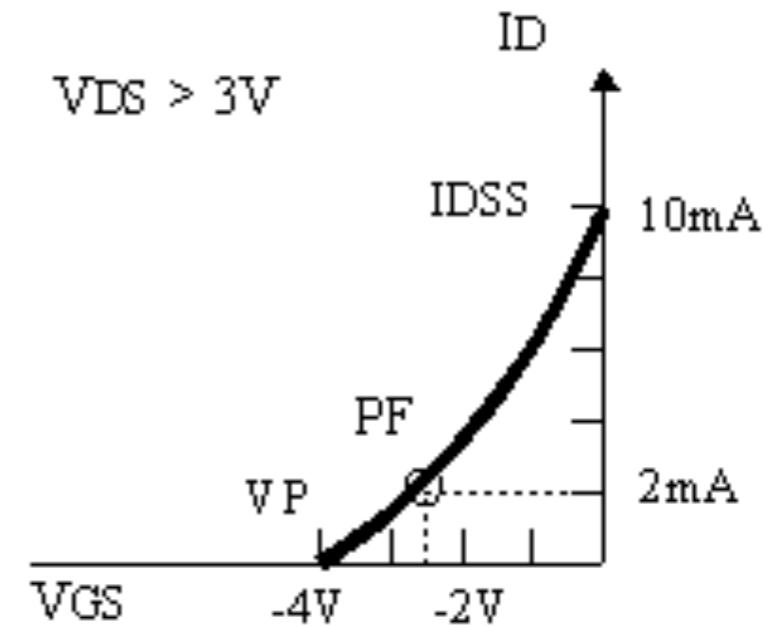
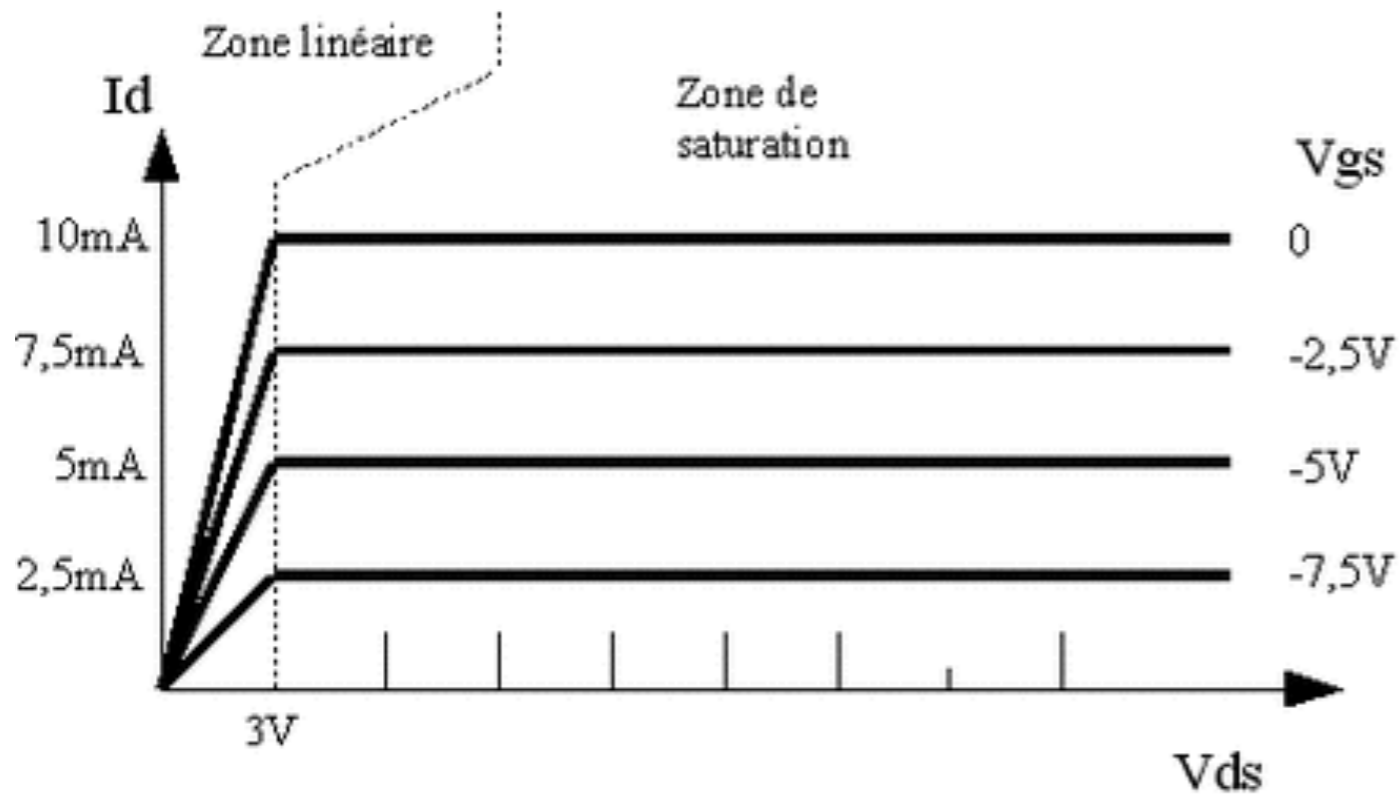
Caractéristiques des transistors bipolaires

voir page 4 transistor bipolaire

Un transistor bipolaire est un dispositif électronique à base de semi-conducteur dont le principe de fonctionnement est basé sur deux jonctions PN, l'une en direct et l'autre en inverse.

T.E.C

caractéristiques des TEC



Prenons un exemple. Proposons-nous de polariser le JFET au point de fonctionnement indiqué sur la caractéristique, soit $I_d = 2mA$ et $V_{gs} = -2,5V$. Nous choisissons par exemple de fixer V_{gm} à 1V. Si $U_{cc} = 12V$, on prendra par exemple $R_2 = 10k\Omega$ et $R_1 = 110k\Omega$. Comme V_{gs} doit valoir $-2,5V$, V_s doit valoir $1 + 2,5$ soit $3,5V$. Comme le I_d (égal I_s) désiré est de $2mA$, R_4 vaut $3,5/2 \cdot 10^{-3}$ soit $1,75k\Omega$

Le potentiel du drain est généralement fixé approximativement à mi-chemin entre les potentiels de source et U_{cc} , de façon à permettre une excursion maximum en tension du drain, de part et d'autre du potentiel de repos, lorsque l'on applique un signal alternatif à amplifier. Pour fixer V_{dm} à $8V$, on prendra donc une résistance R_3 de $2k\Omega$.

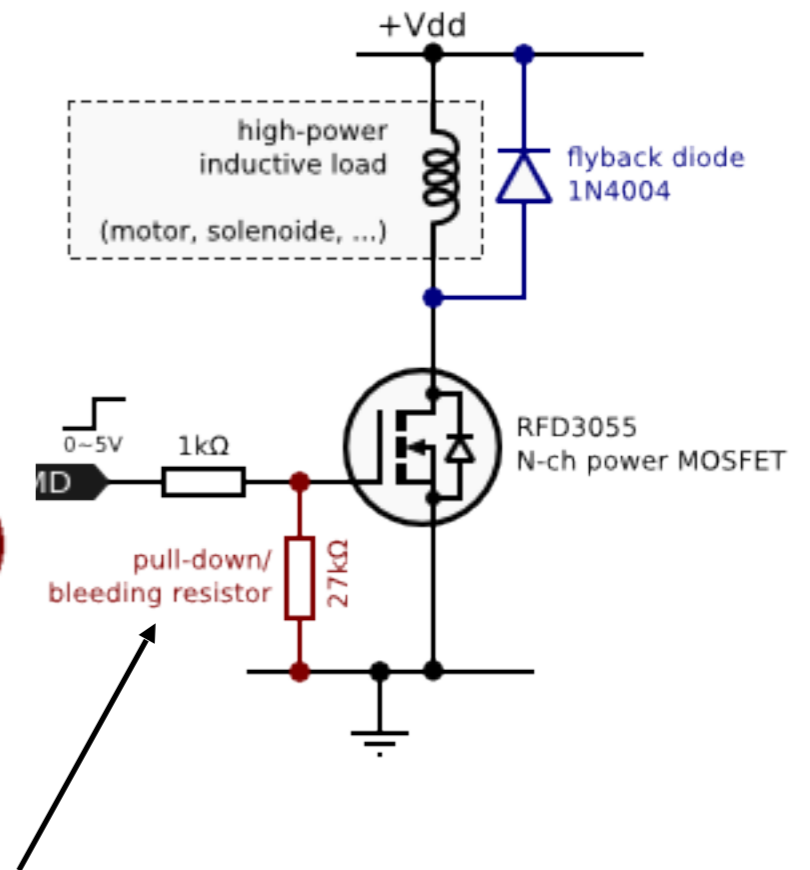
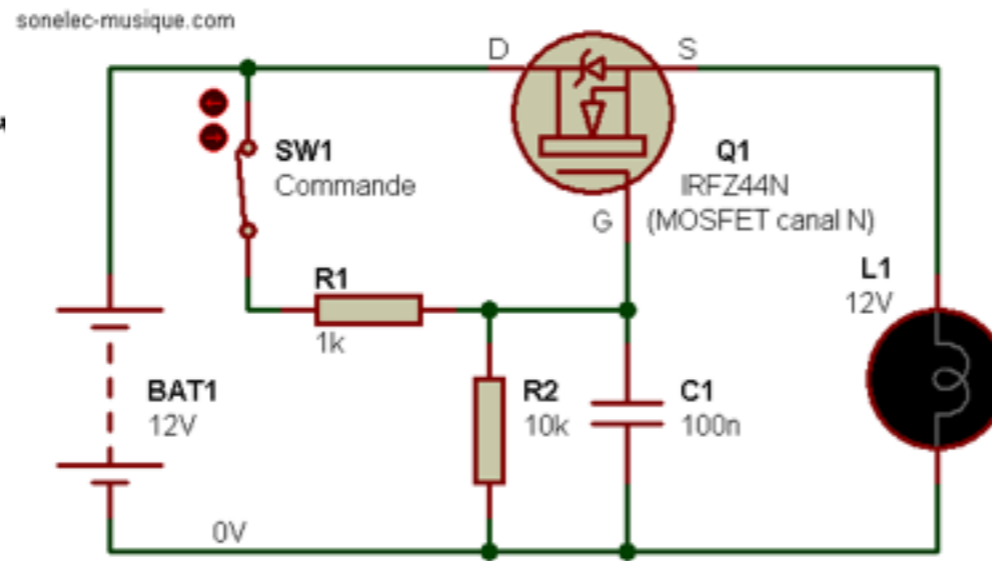
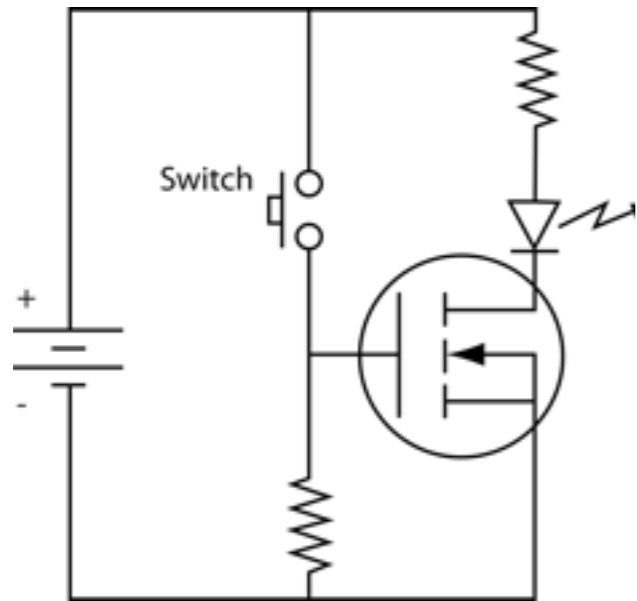
Prenons un exemple. Proposons-nous de polariser le JFET au point de fonctionnement indiqué sur la caractéristique, soit $I_d = 2mA$ et $V_{gs} = -2,5V$. Nous choisissons par exemple de fixer V_{gm} à 1V. Si $U_{cc} = 12V$, on prendra par exemple $R_2 = 10k\Omega$ et $R_1 = 110k\Omega$. Comme V_{gs} doit valoir $-2,5V$, V_s doit valoir $1 + 2,5$ soit $3,5V$. Comme le I_d (égal I_s) désiré est de $2mA$, R_4 vaut $3,5/2 \cdot 10^{-3}$ soit $1,75k\Omega$

Nous constatons que nous avons un certain nombre de choix à faire, il n'y a pas une seule bonne façon de fixer le point de fonctionnement. En particulier, on peut :

- faire varier R_1 et R_2 en gardant leur rapport constant : V_{gm} n'est pas modifié ;
- modifier V_{gm} , à condition d'adapter la valeur de R_4 ; en particulier, on trouve souvent des schémas où R_1 a été supprimée ; dans ce cas, $V_{gm} = 0V$, $V_{gs} = V_{ms}$ puisque la grille est au potentiel de la masse.

T.E.C

Montages simples



Montage type pour un MOSFET de puissance commandé par un circuit logique

Ce montage incorpore tous les éléments pour piloter un MOSFET à l'aide d'un circuit logique:

- une diode de *roue libre* pour protéger le transistor du pic d'intensité lors de la coupure d'une charge inductive;
- une résistance en série avec la grille pour limiter le courant et protéger le circuit logique (au détriment de la vitesse de commutation);
- une résistance de saignée qui sert en même temps de rappel à la masse, pour décharger la capacité parasite et mettre la grille à un potentiel connu en cas d'ouverture de la liaison de commande.

Tableau périodique des éléments

← noms de l'élément | **gaz**, **liquide** ou **solide** à 0°C et 101,3 kPa
 ← numéro atomique
 ← symbole chimique
 ← masse atomique relative ou [celle de l'isotope le plus stable]

Groupes	1	2											13	14	15	16	17	18				
Périodes	IA	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA				
1	hydrogène 1 H 1,00794															11 B 10,811	14 C 12,0107	15 N 14,00674	16 O 15,9994	17 F 18,9984032	18 Ne 20,1797	
2	lithium 3 Li 6,941	beryllium 4 Be 9,012182																				
3	sodium 11 Na 22,98976928	magnésium 12 Mg 24,3050													13 Al 26,9815386	14 Si 28,0855	15 P 30,973762	16 S 32,066	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948		
4	potassium 19 K 39,0983	calcium 20 Ca 40,078	scandium 21 Sc 44,955912	titane 22 Ti 47,867	vanadium 23 V 50,9415	chrome 24 Cr 51,9961	manganèse 25 Mn 54,938045	fer 26 Fe 55,845	cobalt 27 Co 58,933195	nickel 28 Ni 58,6934	cuivre 29 Cu 63,546	zinc 30 Zn 65,39	gallium 31 Ga 69,723	germanium 32 Ge 72,61	arsenic 33 As 74,92160	sélénium 34 Se 78,96	brome 35 Br 79,904	krypton 36 Kr 83,80				
5	rubidium 37 Rb 85,4678	strontium 38 Sr 87,62	yttrium 39 Y 88,90585	zirconium 40 Zr 91,224	niobium 41 Nb 92,90638	molybdène 42 Mo 95,94	technétium 43 Tc 97,9072	ruthénium 44 Ru 101,07	rhodium 45 Rh 102,90550	palladium 46 Pd 106,42	argent 47 Ag 107,8682	cadmium 48 Cd 112,411	indium 49 In 114,818	étain 50 Sn 118,710	antimoine 51 Sb 121,760	tellure 52 Te 127,60	iode 53 I 126,90447	xénon 54 Xe 131,29				
6	mercure 80 Hg 200,59	thallium 81 Tl 204,3833	plomb 82 Pb 207,2	bismuth 83 Bi 208,98040	polonium 84 Po [209,9824]	astate 85 At [209,9871]	radon 86 Rn [222,0176]	francium 87 Fr [223,0187]	radium 88 Ra [226,0254]	lanthanides 57-71		hafnium 72 Hf 178,49	tantalum 73 Ta 180,94788	wolfram 74 W 183,84	rénium 75 Re 186,207	osmium 76 Os 190,23	iridium 77 Ir 192,222	platine 78 Pt 195,084	or 79 Au 196,966569	mercure 80 Hg 200,59		
7	actinium 89 Ac [227,0277]	thorium 90 Th [232,03806]	protactinium 91 Pa [231,03688]	uranium 92 U [238,02891]	néptunium 93 Np [237,0482]	plutonium 94 Pu [244,0642]	américium 95 Am [243,0614]	curium 96 Cm [247,0703]	berkélium 97 Bk [247,0703]	californium 98 Cf [251,0794]	éinsteinium 99 Es [252,0830]	fermium 100 Fm [257,0951]	méharium 101 Md [258,0984]	nobelium 102 No [259,1011]	lawrencium 103 Lr [262,110]	radon 112 Rn [277]	ununtrium 113 Uut [284]	unquadrium 114 Uuq [289]	unpentium 115 Uup [288]	unsexium 116 Uus [292]	unseptium 117 Uus [292]	unoctium 118 Uuo [294]
			lanthane 57 La 138,90547	cérium 58 Ce 140,116	praseodyme 59 Pr 140,90765	néodyme 60 Nd 144,242	prométhium 61 Pm [144,9127]	samarium 62 Sm 150,36	europium 63 Eu 151,964	gadolinium 64 Gd 157,25	terbium 65 Tb 158,92535	dysprosium 66 Dy 162,500	holmium 67 Ho 164,93032	erbium 68 Er 167,259	thulium 69 Tm 168,93421	ytterbium 70 Yb 173,04	lutécium 71 Lu 174,967					

métaux alcalins
alcalino-terreux
lanthanides
actinides
métaux de transition
métaux pauvres
métalloïdes
non-métaux
halogènes
gaz nobles
primordial
synthésisé d'autres éléments
synthésisé