

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA-ELECTRÓNICA

## ELECTRÓNICA ANALÓGICA I

### TRANSISTOR JFET POLARIZADO POR MEDIO DE UN DIVISOR DE VOLTAJE

**Estudiante:**

Caballero Burgoa, Carlos Eduardo.  
Herbas Nava, Adrian.

**Carrera:**

Ing. Electromecánica.

**Docente:**

Ing. Alberto Arispe Santander.

**Grupo: 2.**

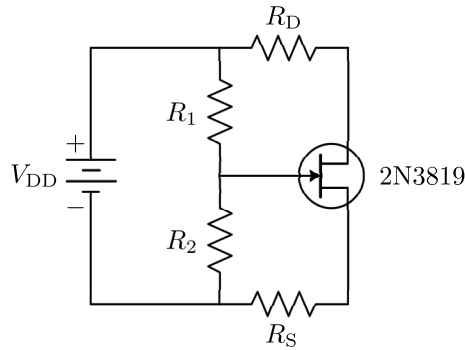
**Fecha de entrega:** 12 de Noviembre del 2024.



Este documento detalla las pruebas que se realizaron sobre un transistor **2N3819** en un divisor de voltaje con una fuente de CD de 9[V] para hallar las cuatro resistencias que manejen el mejor margen de trabajo en la curva característica del transistor JFET.

## 1. Introducción

Dado el circuito de la **figura 1**, se hallan los valores de las resistencias obtener un punto  $Q$  estable.



**Figura 1:** Circuito de polarización con divisor de voltaje.

Una curva de transferencia para un **JFET** se expresa aproximadamente como:

$$I_D \cong I_{DSS} \left( 1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(\text{corte})}} \right)^2$$

La recta de carga de CD con divisor de voltaje se determina de la siguiente manera:

Con  $I_D = 0$ :

$$\begin{aligned} V_S &= I_D R_S \\ &= (0) R_S \\ &= 0[V] \\ V_{GS} &= V_G - V_S \\ &= V_G - 0[V] \\ &= V_G \end{aligned}$$

Donde  $V_G$ :

$$V_G = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{DD}$$

Por consiguiente, un punto sobre la recta está en  $I_D = 0$  y  $V_{GS} = V_G$ .

Con  $V_{GS} = 0$ :

$$\begin{aligned} I_D &= \frac{V_G - V_{GS}}{R_S} \\ &= \frac{V_G}{R_S} \end{aligned}$$

El punto donde la recta de carga corta la curva de transferencia es el punto  $Q$  [1].

$$\begin{aligned} \frac{1}{-R_S} (V_{GS} - V_G) &= I_{DSS} \left( 1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(corte)}} \right)^2 \\ \frac{V_G}{R_S} - \frac{V_{GS}}{R_S} &= I_{DSS} \left( 1 - 2 \frac{V_{GS}}{V_{GS(corte)}} + \frac{V_{GS}^2}{V_{GS(corte)}^2} \right) \\ 0 &= \left( \frac{I_{DSS}}{V_{GS(corte)}^2} \right) V_{GS}^2 + \left( \frac{1}{R_S} - \frac{2 I_{DSS}}{V_{GS(corte)}} \right) V_{GS} + \left( I_{DSS} - \frac{V_G}{R_S} \right) \end{aligned}$$

Resolviendo la ecuación cuadrática es posible encontrar el punto  $Q$  del circuito.

## 2. Hoja de datos

La hoja de datos del transistor **2N3819** se detalla en el **Cuadro 1** [2].

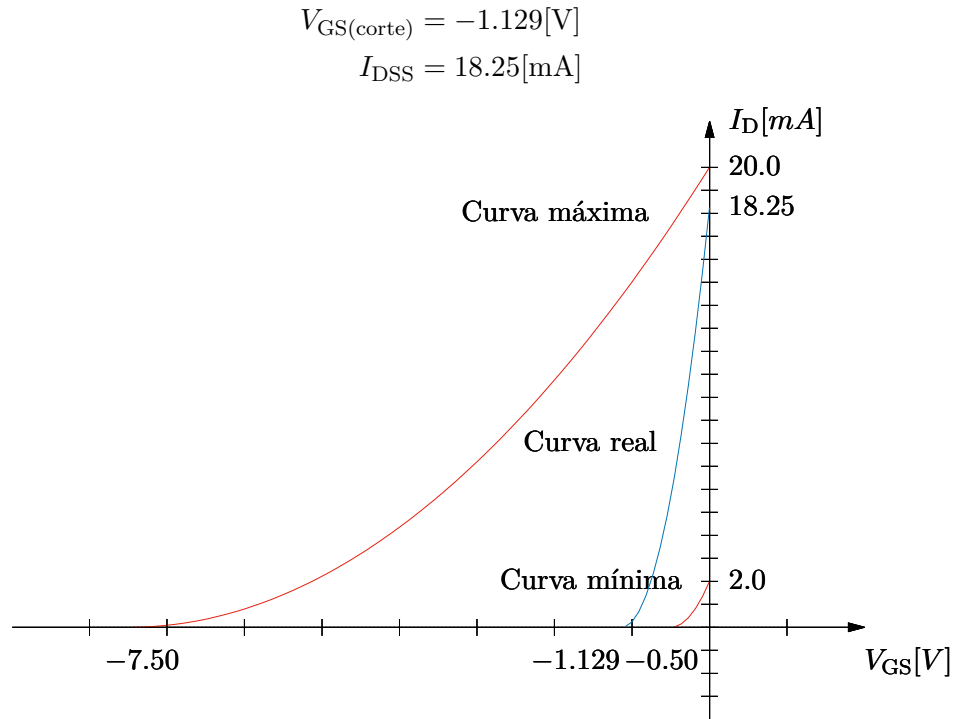
Valores nominales absolutos máximos				
Símbolo	Parámetro	Valor		Unidades
$V_{DG}$	Voltaje drenaje-compuerta	25		$V$
$V_{GS}$	Voltaje compuerta-fuente	−25		$V$
$I_D$	Corriente de drenaje	50		$mA$
$I_{GF}$	Corriente en compuerta en polarización directa	10		$mA$
$P_D$	Disipación total del dispositivo	350		$mW$
Características eléctricas (apagado)				
Símbolo	Parámetro	Mín.	Máx.	Unidades
$V_{BR(GSS)}$	Voltaje de ruptura entre compuerta y fuente	25	−	$V$
$I_{GSS}$	Corriente inversa en la compuerta	−	2.0	$nA$
$V_{GS(off)}$	Voltaje de corte entre compuerta y fuente	−	8	$V$
$V_{GS}$	Voltaje entre la compuerta y fuente	−0.5	−7.5	$V$
Características eléctricas (encendido)				
Símbolo	Parámetro	Mín.	Máx.	Unidades
$I_{DSS}$	Corriente en drenaje con voltaje cero en compuerta	2	20	$mA$

**Cuadro 1:** Hoja de datos parcial 2N3819.

## 3. Analisis gráfico

Desafortunadamente, la característica de transferencia de un JFET puede diferir considerablemente de un dispositivo a otro del mismo tipo.

En la **Figura 2** se pueden apreciar los valores mínimos y máximos a partir de la hoja de datos y la medición real sobre el transistor realizado, cuyos valores hallados son:



**Figura 2:** Variación de la curva característica de transferencia.

#### 4. Resistencias disponibles

Se cuenta con una serie de resistencias de  $0.5[W]$  con los valores detallados en el **Cuadro 2**.

1[Ω]	10[Ω]	22[Ω]	47[Ω]	100[Ω]	150[Ω]	200[Ω]	220[Ω]	270[Ω]	330[Ω]
470[Ω]	510[Ω]	680[Ω]	1[kΩ]	2[kΩ]	2.2[kΩ]	3.3[kΩ]	4.7[kΩ]	5.1[kΩ]	6.8[kΩ]
10[kΩ]	20[kΩ]	47[kΩ]	51[kΩ]	68[kΩ]	100[kΩ]	220[kΩ]	330[kΩ]	510[kΩ]	1[MΩ]

**Cuadro 2:** Resistencias disponibles para el calculo.

#### 5. Calculo de las resistencias

Haciendo uso del software *Octave* se calculan los valores de resistencias que combinadas hallan el punto  $Q$ , y que han sido seleccionadas con las siguientes condiciones:

$$V_{GS} \rightarrow 0.5 V_{GS(corte)}$$

$$I_D \rightarrow 0.5 I_{DSS}$$

$$0.02[W] < \{P_{R_1}, P_{R_2}, P_{R_D}, P_{R_S}\} < 0.16[W]$$

```
% polarizacion por divisor de voltaje

Vdd = 9;           % [V]

Idss = 18.25e-3;   % [A]
Vgso = -1.129;     % [V]

% resistencias disponibles
R = [
    1 ...
    10 22 47 ...
    100 150 200 220 270 330 470 510 680 ...
    1000 2000 2200 3300 4700 5100 6800 ...
    10000 20000 47000 51000 68000 ...
    100000 220000 330000 510000 ...
    1000000
];

count = 1;
printf(
    '\tR1[ ]\tR2[ ]\tRd[ ]\tRs[ ]\t->\n'
    '\t\t\t\t\tVg[V]\tId[mA]\t\tP1[mW]\tP2[mW]\tPd[mW]\tPs[mW]\n'
);

for (h = 1:length(R))
    for (i = 1:length(R))
        for (j = 1:length(R))
            for (k = 1:length(R))
                R1 = R(h);
                R2 = R(i);
                Rd = R(j);
                Rs = R(k);

                Vg = (R2 / (R1 + R2)) * Vdd;    % Id = 0
                Id = Vg / Rs;                    % Vgs = 0

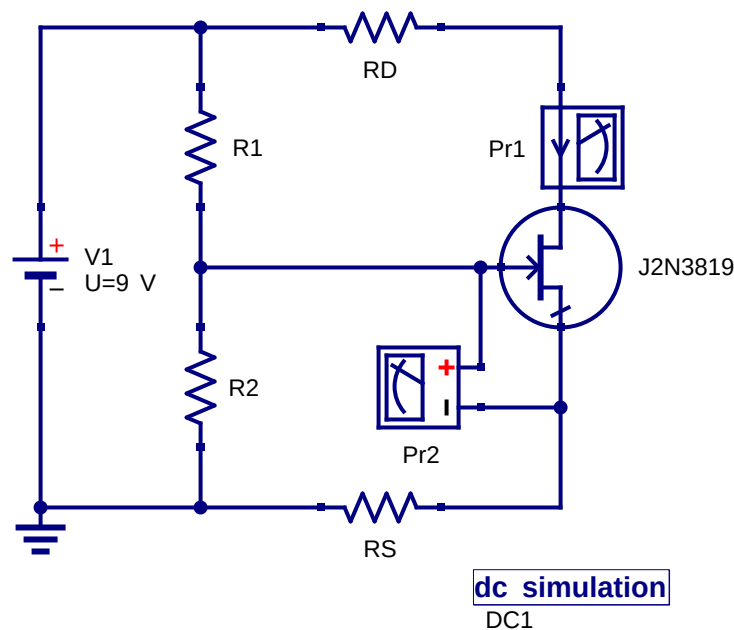
                _Vg = roots([
                    Idss/Vgso^2,
                    (1/Rs) - (2*(Idss/Vgso)),
                    Idss-Id
                ]);

                _Id = (1/Rs) * (Vg - _Vg(2));

                P1 = ((Vdd - Vg)^2) / R1;
                P2 = Vg^2 / R2;
                Pd = _Id^2 * Rd;
                Ps = _Id^2 * Rs;

                if(
                    (0.02<P1) && (P1<0.1) &&                % 0.02 < P1 < 0.1
                    (0.02<P2) && (P2<0.1) &&                % 0.02 < P2 < 0.1
                    (0.02<Pd) && (Pd<0.1) &&                % 0.02 < Pd < 0.1
                    (0.02<Ps) && (Ps<0.1) &&                % 0.02 < Ps < 0.1
                    (abs((0-_Vg(2)) - (_Vg(2)-Vgso)) < 0.01) && % Vg -> Vgs0/2
                )
```





**Figura 3:** Simulación del circuito.

$R_1[\Omega]$	$R_2[\Omega]$	$R_D[\Omega]$	$R_S[\Omega]$	$V_{GS}[V]$	$I_D[mA]$
270	220	1k	1k	0.561	3.01
270	220	2k	1k	0.581	2.44
270	220	2.2k	1k	0.585	2.26
270	220	3.3k	1k	0.596	1.61
270	220	4.7k	1k	0.601	1.17
330	270	1k	1k	0.561	3.01
330	270	2k	1k	0.580	2.44
330	270	2.2k	1k	0.584	2.27
330	270	3.3k	1k	0.595	1.62
330	270	4.7k	1k	0.600	1.18

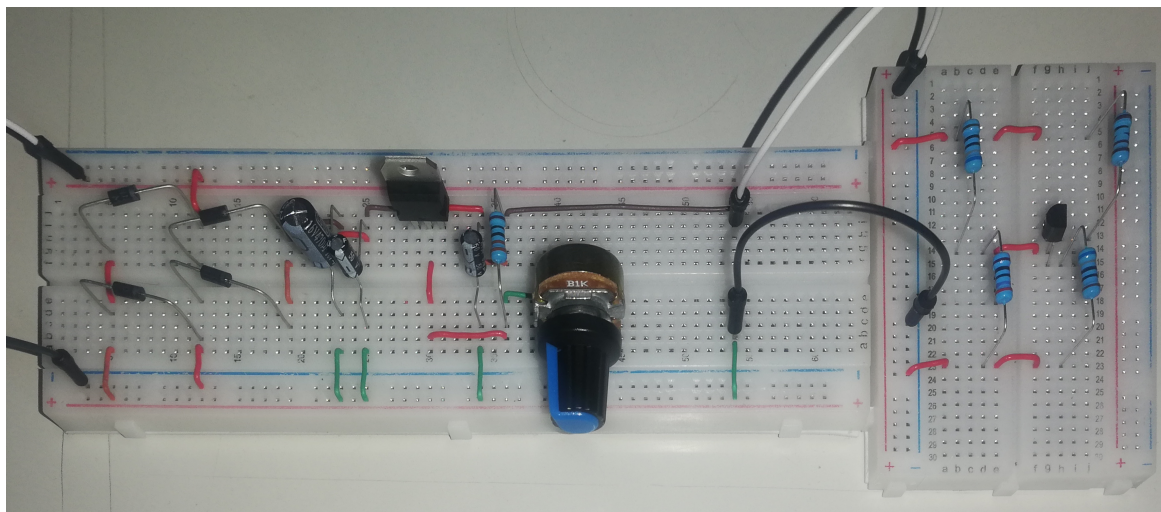
**Cuadro 3:** Valores obtenidos de la simulación.

## 7. Experimento

El circuito armado puede verse en la **Figura 4**, alimentado por una fuente estable de 9[V].

En el circuito se fueron variando las resistencias obtenidas, y se midieron los valores de voltaje y corriente, estos se muestran en el **Cuadro 4**. Es notorio que en los cálculos teóricos los valores de voltaje eran negativos, pero en la medición en el circuito la mayoría son positivos. Así que se tomaran en cuenta únicamente los valores negativos.





**Figura 4:** Circuito armado con una fuente de 9[V].

$R_1[\Omega]$	$R_2[\Omega]$	$R_D[\Omega]$	$R_S[\Omega]$	$V_{GS}[V]$	$I_D[mA]$
270	220	1k	1k	-0.22	4.28
270	220	2k	1k	0.72	2.84
270	220	2.2k	1k	0.79	2.62
270	220	3.3k	1k	1.09	1.85
270	220	4.7k	1k	1.27	1.34
330	270	1k	1k	-0.21	4.29
330	270	2k	1k	0.72	2.83
330	270	2.2k	1k	0.79	2.62
330	270	3.3k	1k	1.06	1.84
330	270	4.7k	1k	1.26	1.34

**Cuadro 4:** Valores medidos en el circuito.

## 8. Conclusiones y recomendaciones

El punto  $Q$  hallado pueden apreciarse en la **Figura 5**.

$$R_1 = 270[\Omega]$$

$$R_2 = 220[\Omega]$$

$$R_D = 1k[\Omega]$$

$$R_S = 1k[\Omega]$$

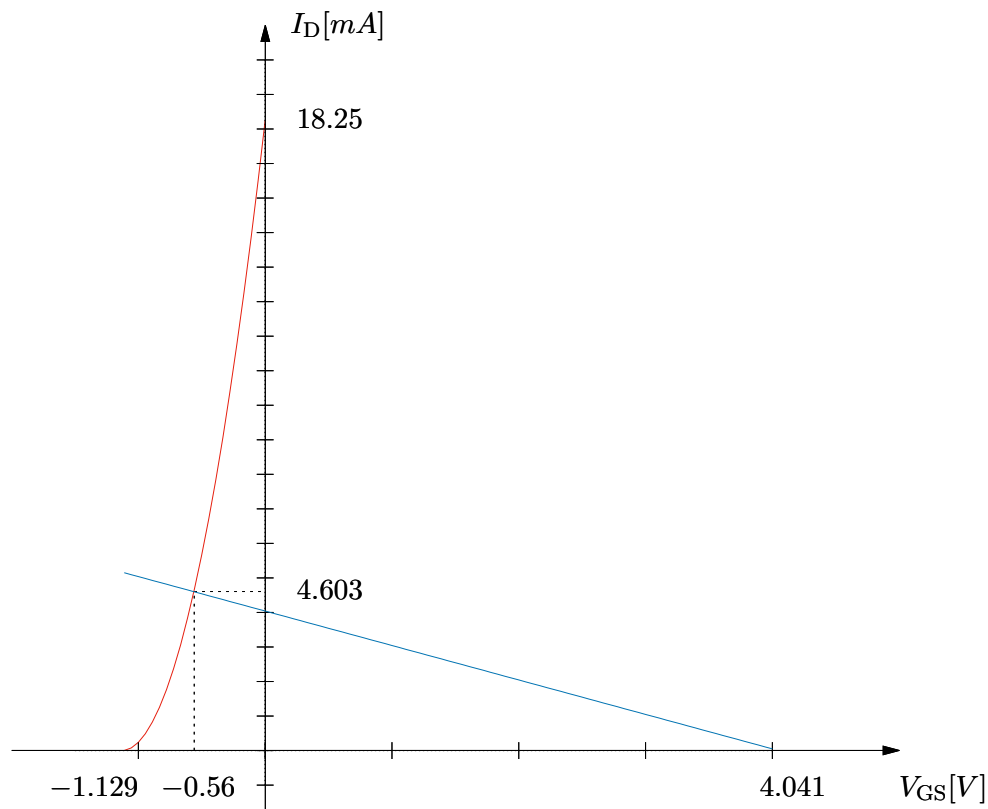


Figura 5: Punto  $Q$  hallado.

## Referencias

- [1] Thomas L. Floyd (2008).  
**Dispositivos electrónicos. 8va Edición.**  
 Pearson Education
  
- [2] **2N3819 N-Channel RF Amplifier.**  
 Extraído el 11 de Noviembre del 2024, de:  
<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/171937/FAIRCHILD/2N3819.html>.