



Title: Modelado Matemático de un transistor MOSFET como modulador en transmisión en AM

Authors: MOTA-GALVÁN, Eduardo and REYES-MARTÍNEZ, Roberto Alejandro

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2021-01

BCIERMMI Classification (2021): 271021-0001

Pages: 15

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

143 – 50 Itzopan Street

La Florida, Ecatepec Municipality

Mexico State, 55120 Zipcode

Phone: +52 1 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

* Que es la modulación por amplitud?

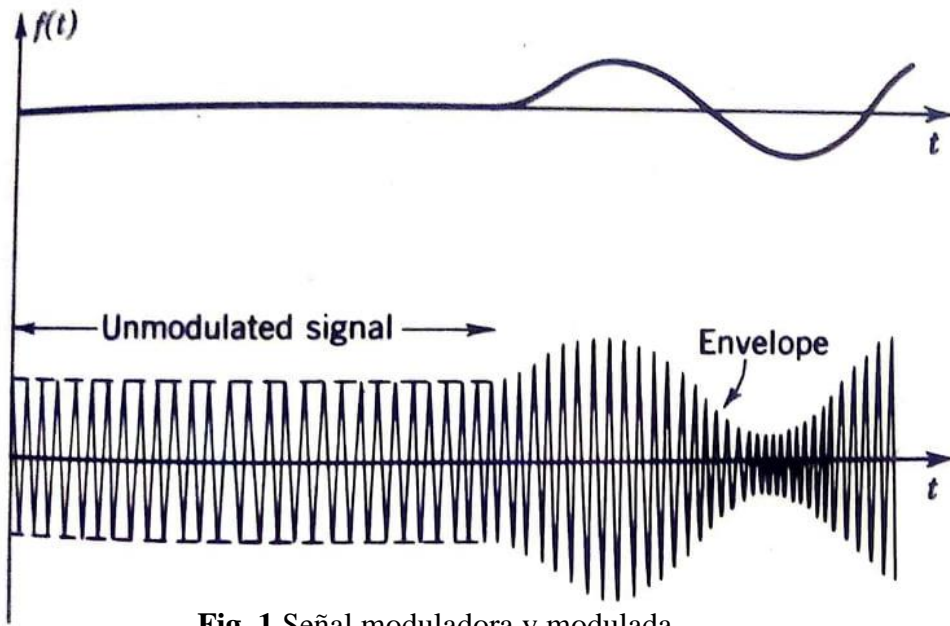


Fig. 1 Señal moduladora y modulada [1]

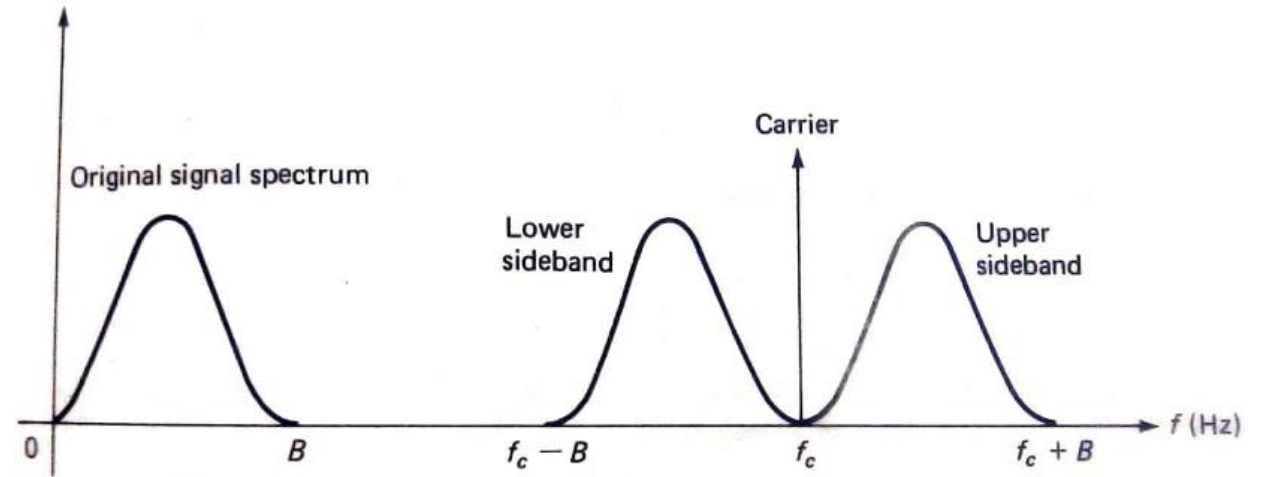


Fig. 2 Espectro de frecuencia AM y banda base [1]

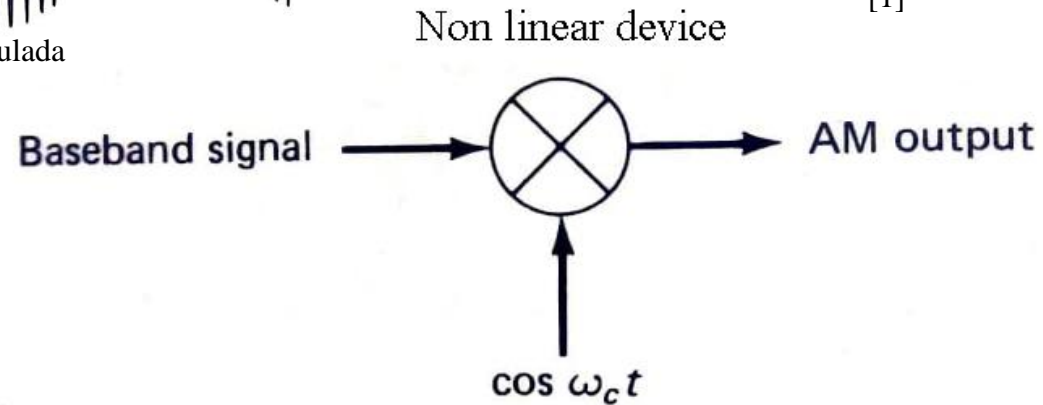


Fig. 3 Representación en bloques de AM [1]

Metodología

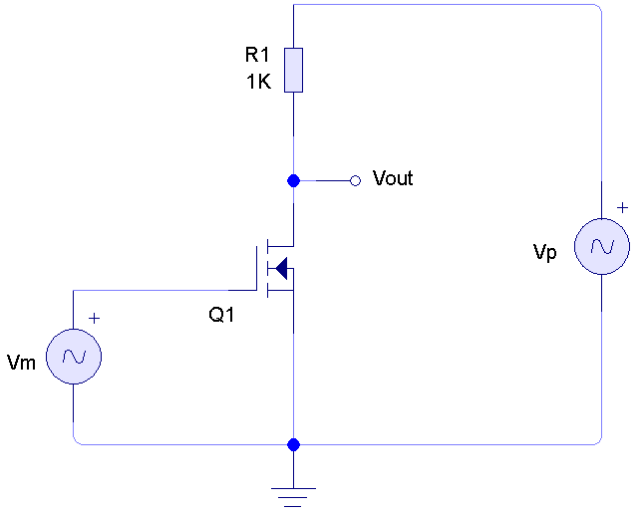


Fig. 4 Conexión 1, portadora a Drain y moduladora a Gate *Fuente:PCB Wizard.*

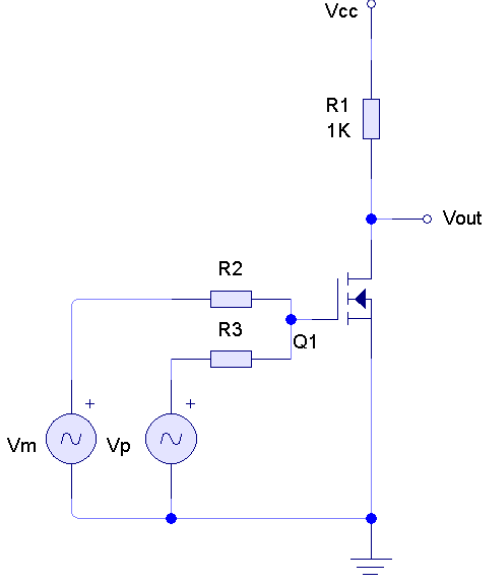


Fig. 5 Conexión 2, portadora y moduladora a Gate, VDC a Drain

Fuente:PCB Wizard.

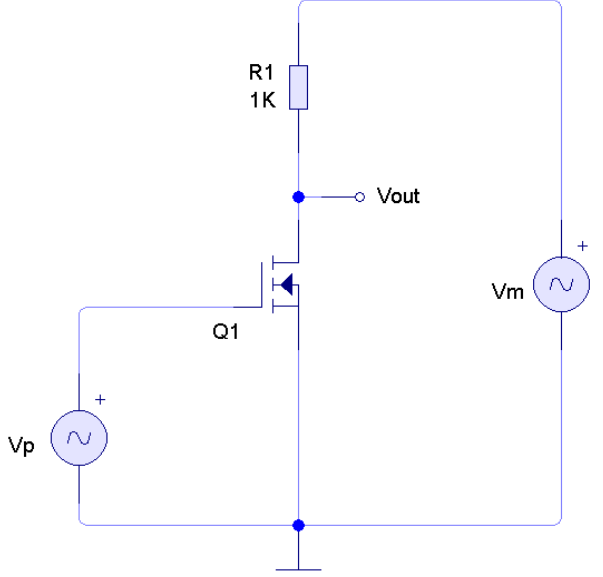


Fig. 6 Conexión 3, portadora a Gate y moduladora a Drain *Fuente:PCB Wizard.*

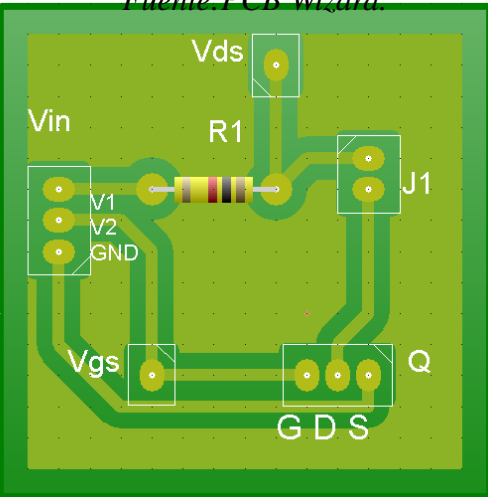


Fig. 7 Diseño de PCB *Fuente:PCB Wizard.*

Metodología

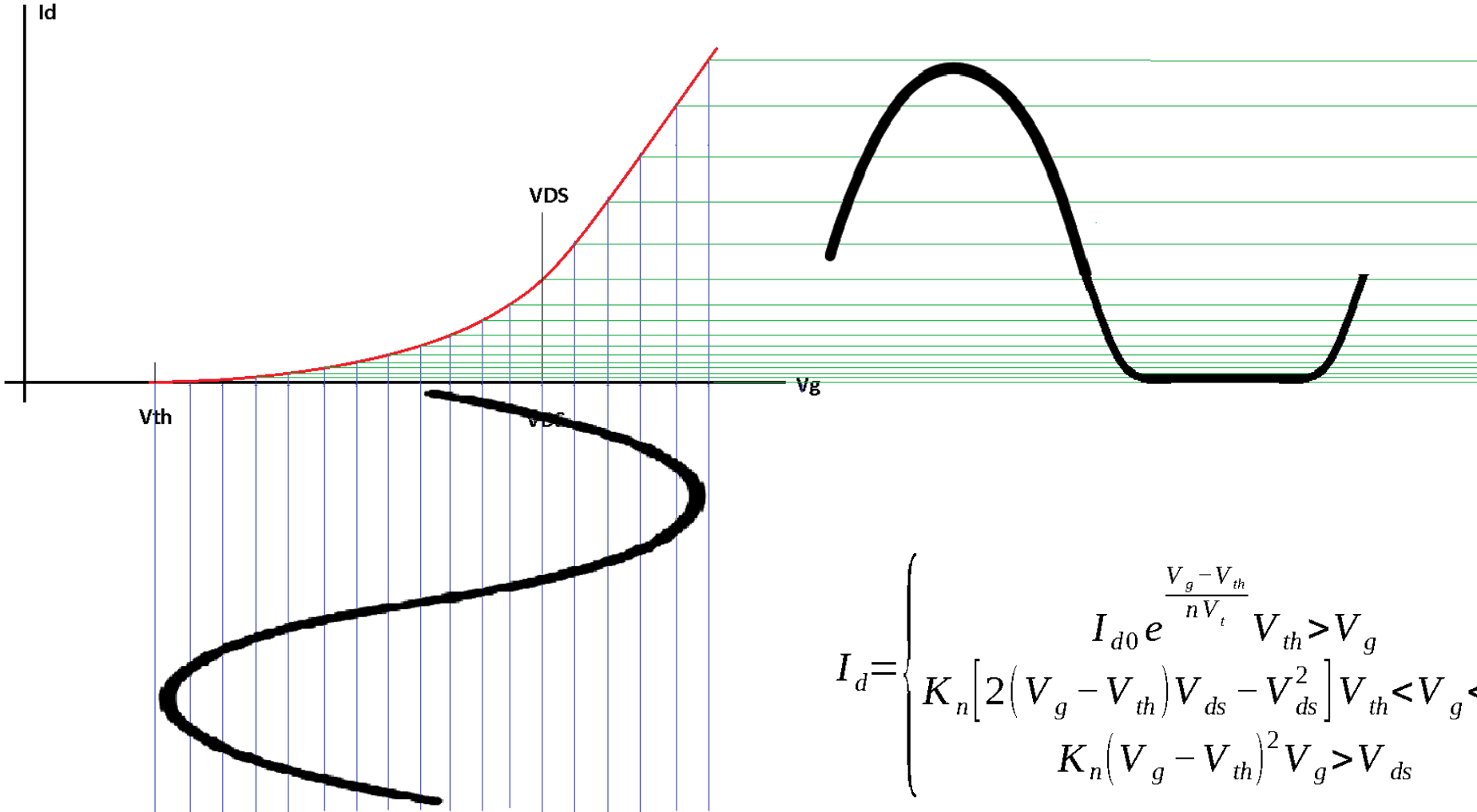


Fig. 7 Corriente de Drenador en función del voltaje de Compuerta Fuente: Elaboración propia.

Resultados

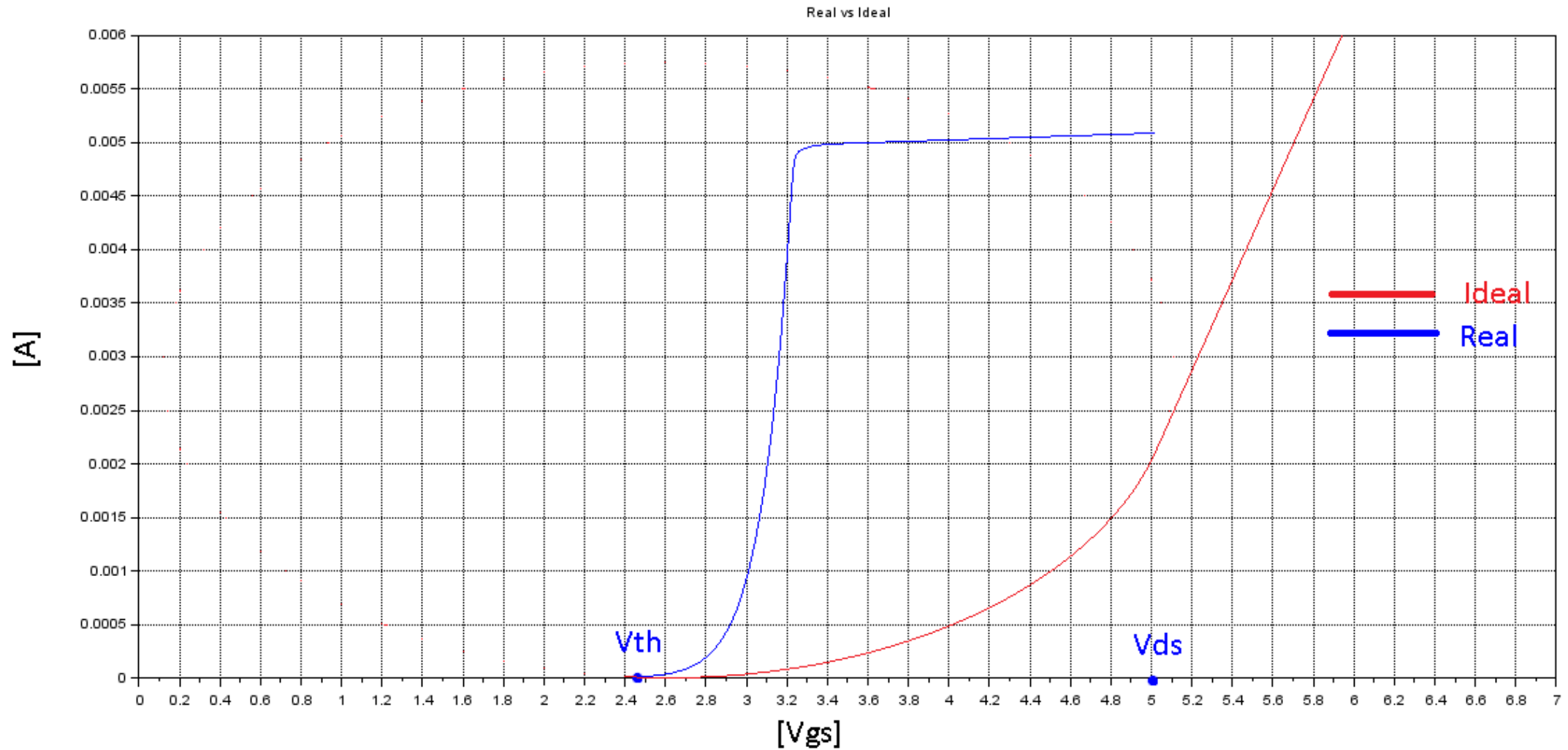


Grafico 1 Comparación del transistor K3878 con un comportamiento ideal *Fuente: Scilab..*

Resultados

Ecuaciones de comportamiento

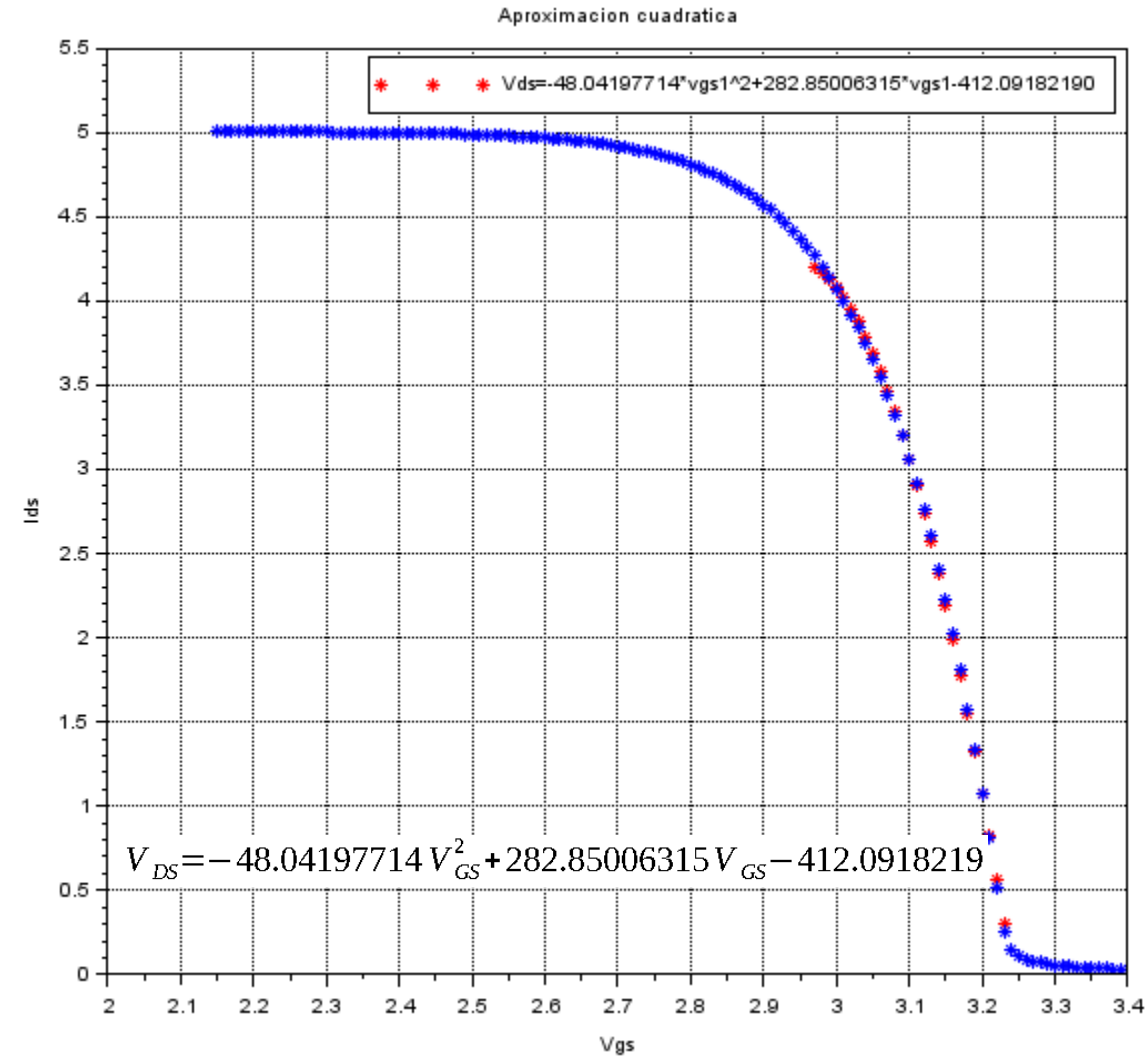
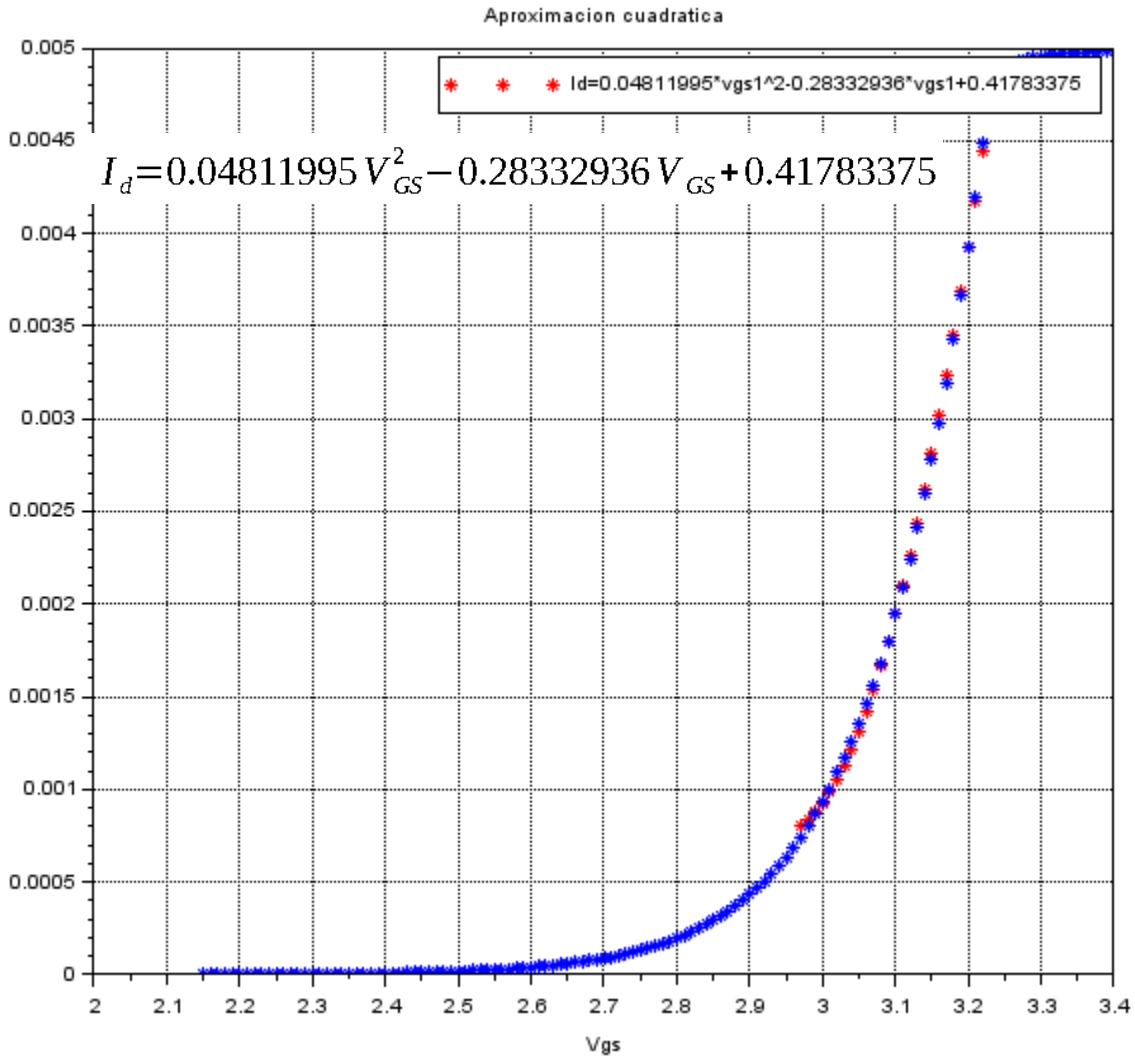


Grafico 2 Aproximación cuadrática I_{ds} vs V_{gs} (Izquierda) y V_{ds} vs V_{gs} (Derecha). Fuente: Scilab..

Resultados

Ecuaciones de comportamiento

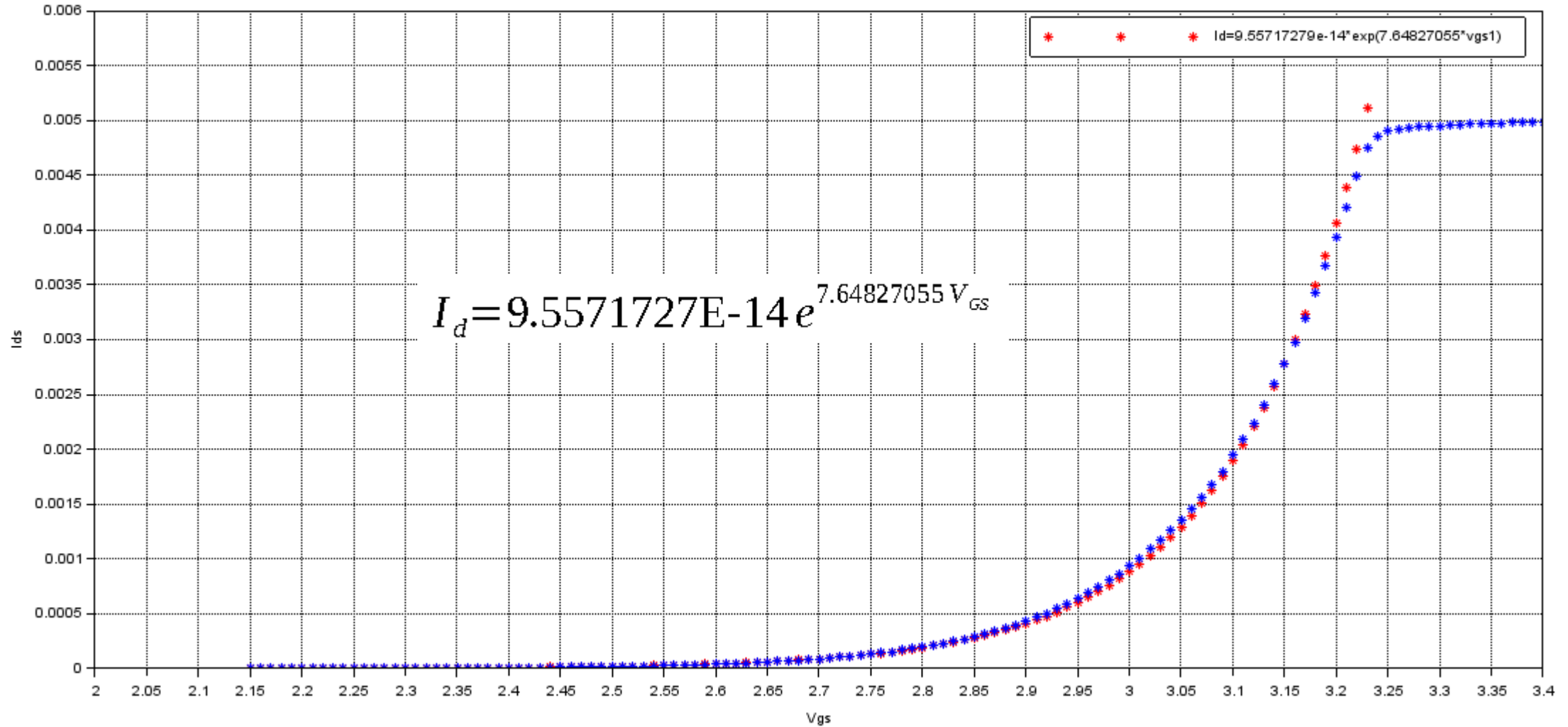


Grafico 3 Aproximación exponencial I_{ds} vs V_{gs} Fuente: Scilab.

Resultados

Deformidad por Frecuencia

Parameters	Q_{gs}	C_{iss}	V_{th}
RFP2N08	-	200 pF	2 a 4V
IRF9Z10	3.8 nC	270 pF	-2 a -4V
2N60B	2.2 nC	380-490 pF	2 a 4V
IRL3303	8.8 nC	870 pF	1V _{min} *
IRF640N	11 nC	1160 pF	2 a 4V
IRF640C	13 nC	1300 pF	2 a 4V
K3878	34 nC	2200 pF	2 a 4V

Tabla 1 Comparación de transistores analizados
Fuente:Elaboración propia .

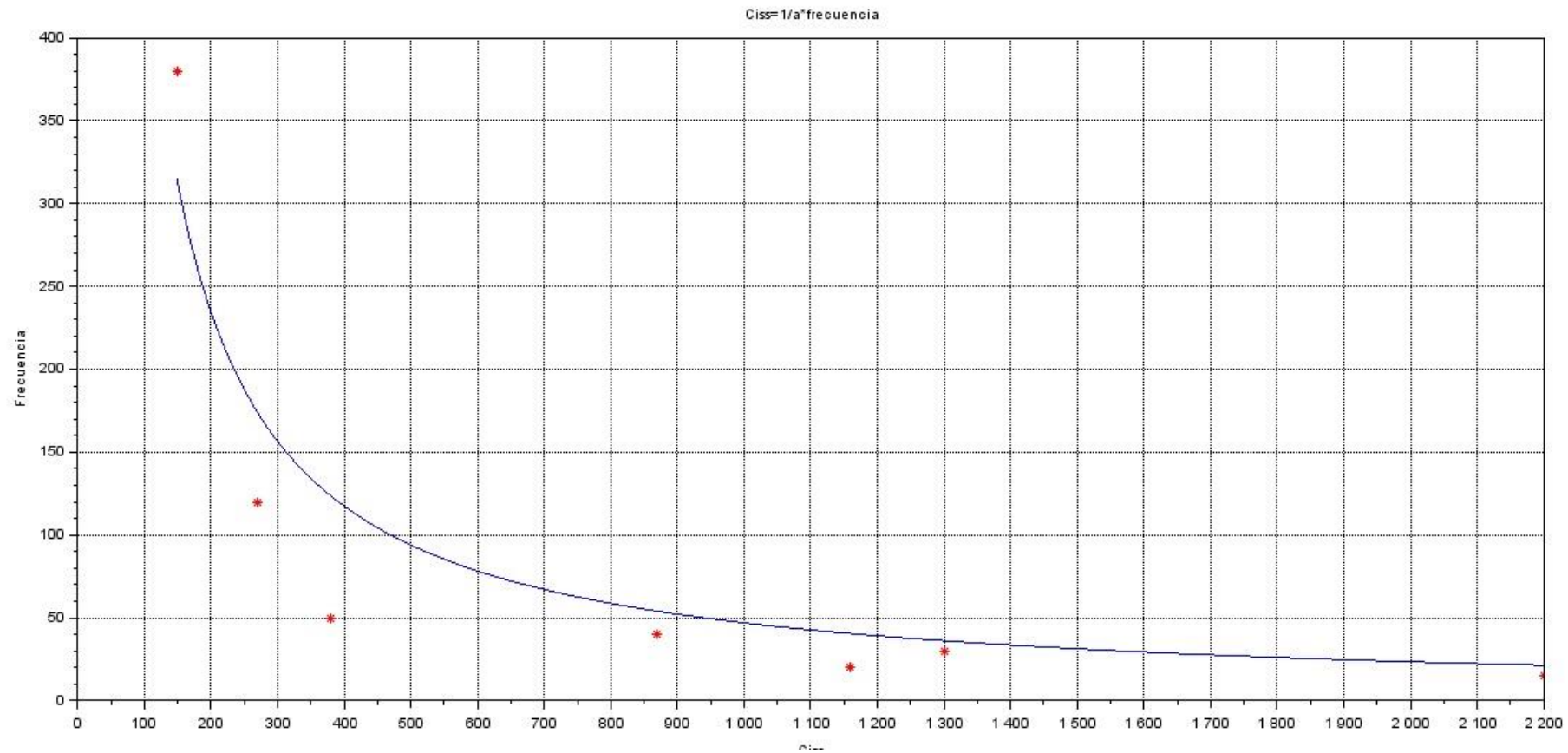


Gráfico 4 Relación entre C_{iss} y frecuencia en Gate sin deformación Fuente: Scilab.

Resultados

Deformidad por Frecuencia

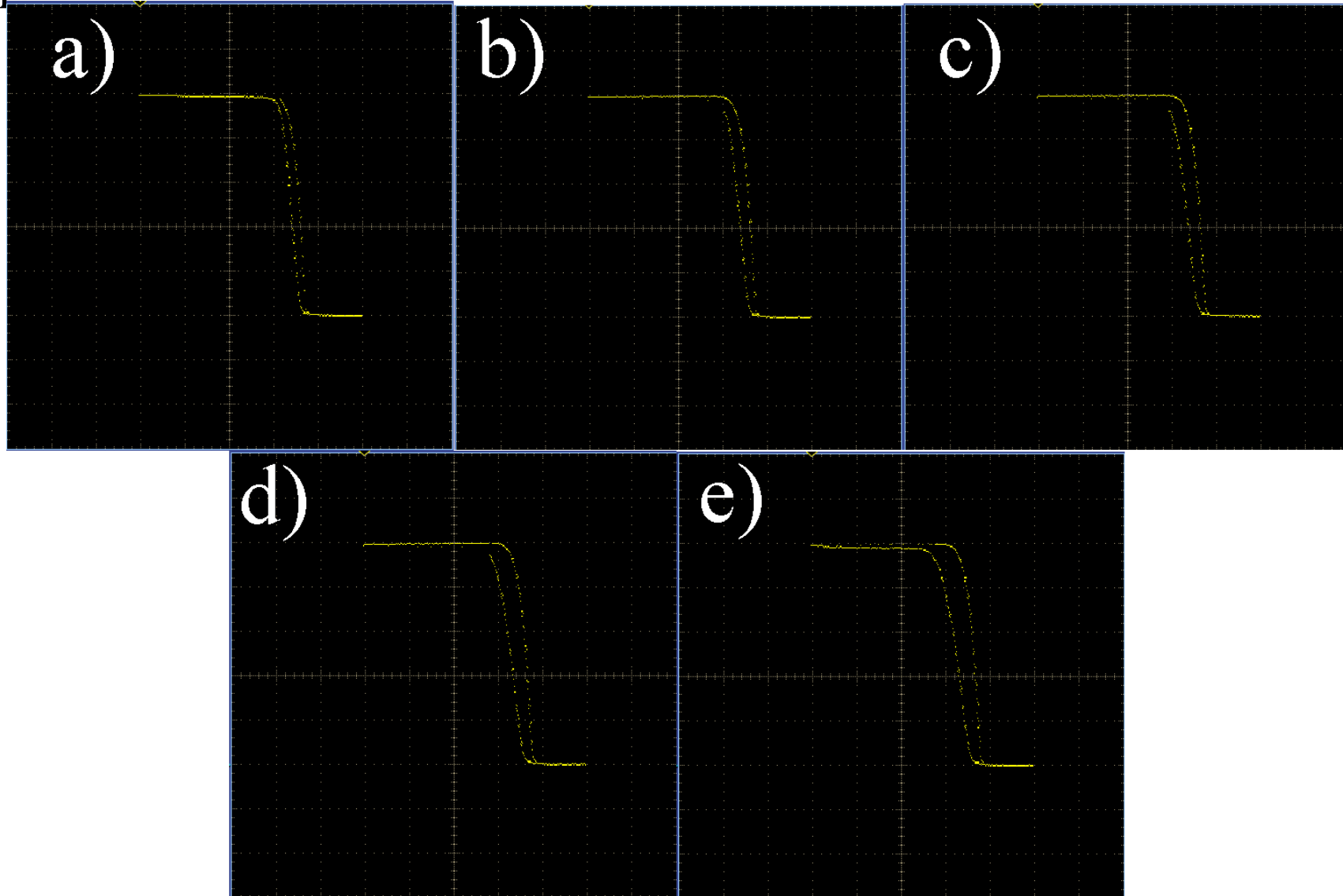


Grafico 5 De izquierda a derecha, señal Vds con 25, 35, 45, 55, 65 Khz Transistor RFP2N08 *Fuente: Tektronix MDO3024.*

Resultados

Deformidad por Frecuencia

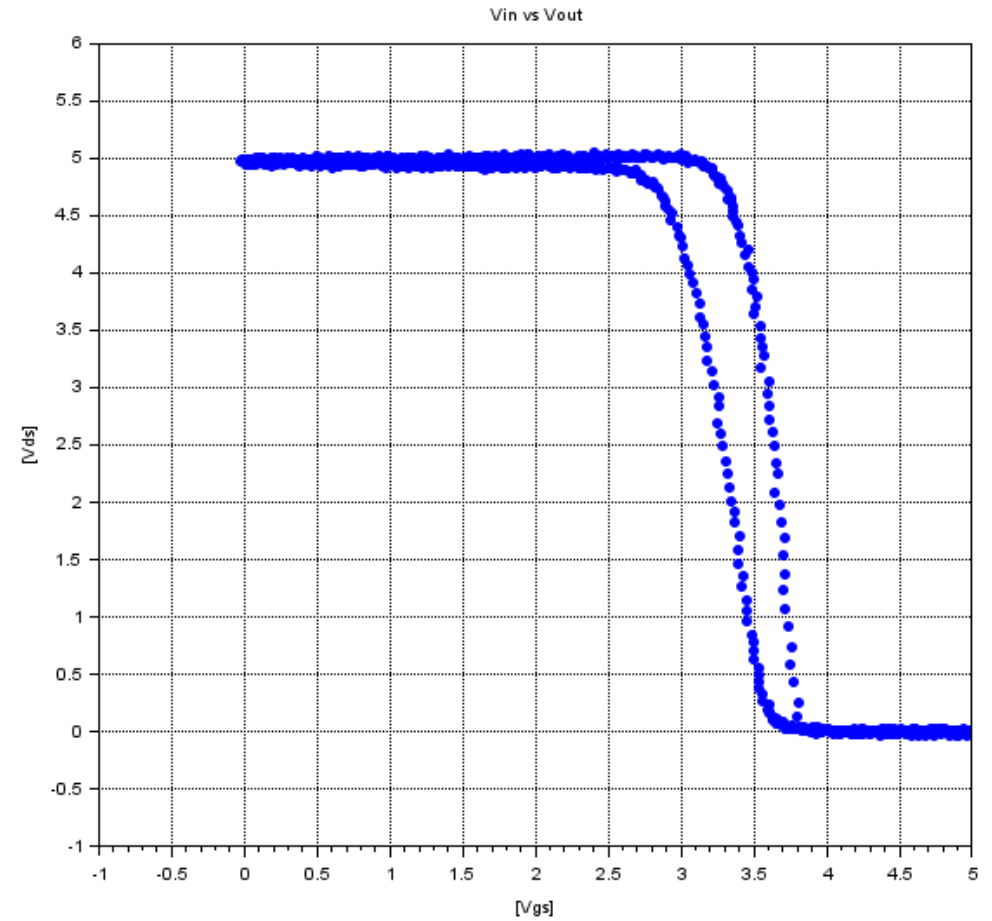
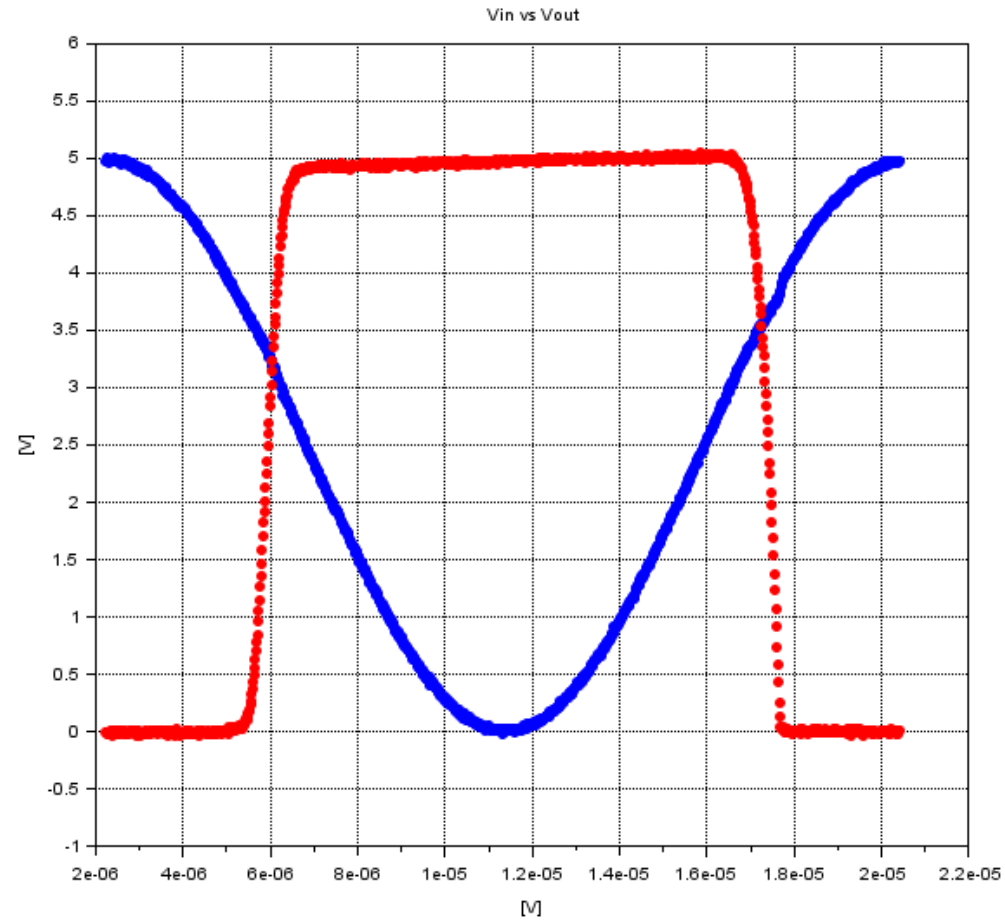


Grafico 6 Señal Vds con 45Khz usando un osciloscopio como adquisición de datos Transistor RFP2N08 *Fuente: Tektronix MDO3024.*

Resultados

Deformidad por Frecuencia

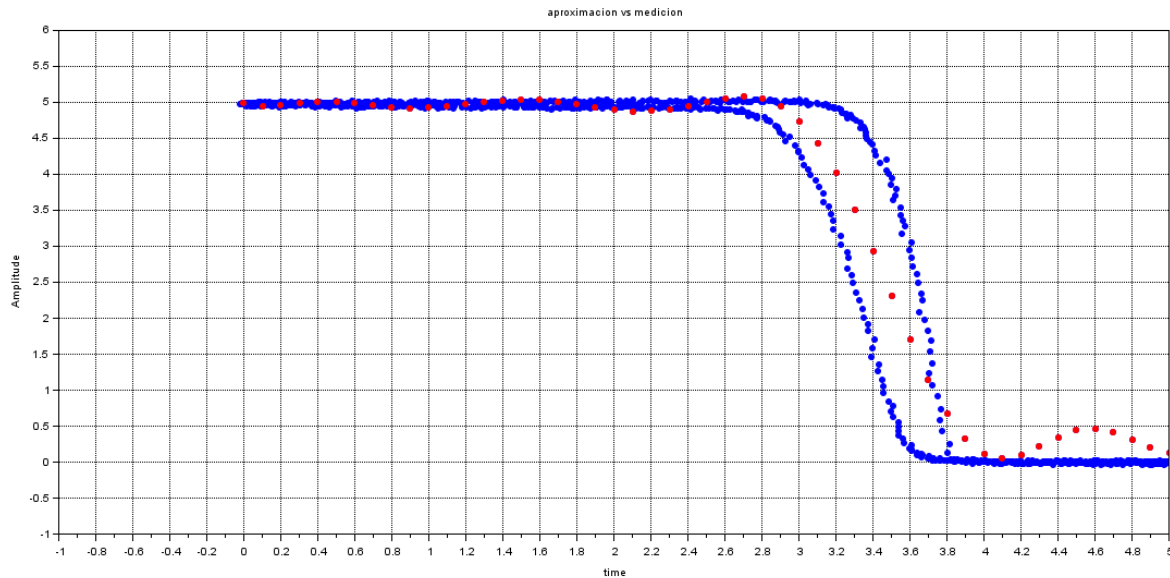


Gráfico 7 Comparación del voltaje de salida Vds (azul) y el modelo matemático (rojo) Transistor RFP2N08
Fuente: Scilab

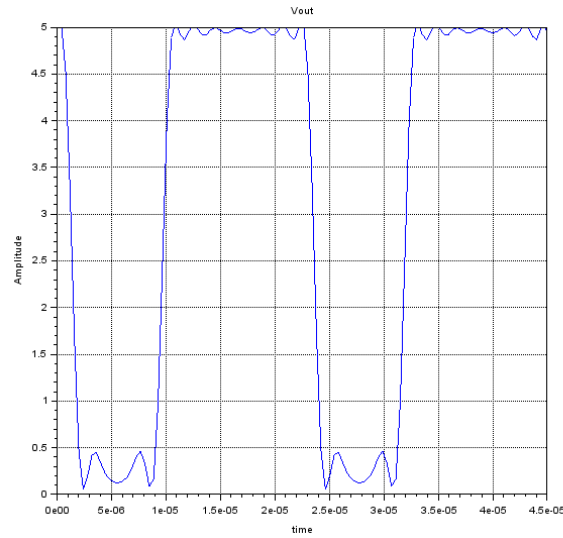
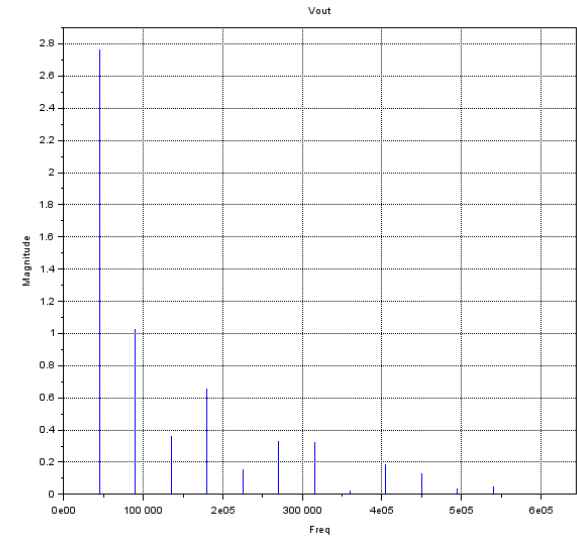


Gráfico 8 Modelo en tiempo de Vds (azul) y FFT *Fuente: Scilab*



$$V_{ds} = \sum_{n=0}^{13} a_n v_{gs}^n$$

Resultados

Deformidad por Frecuencia

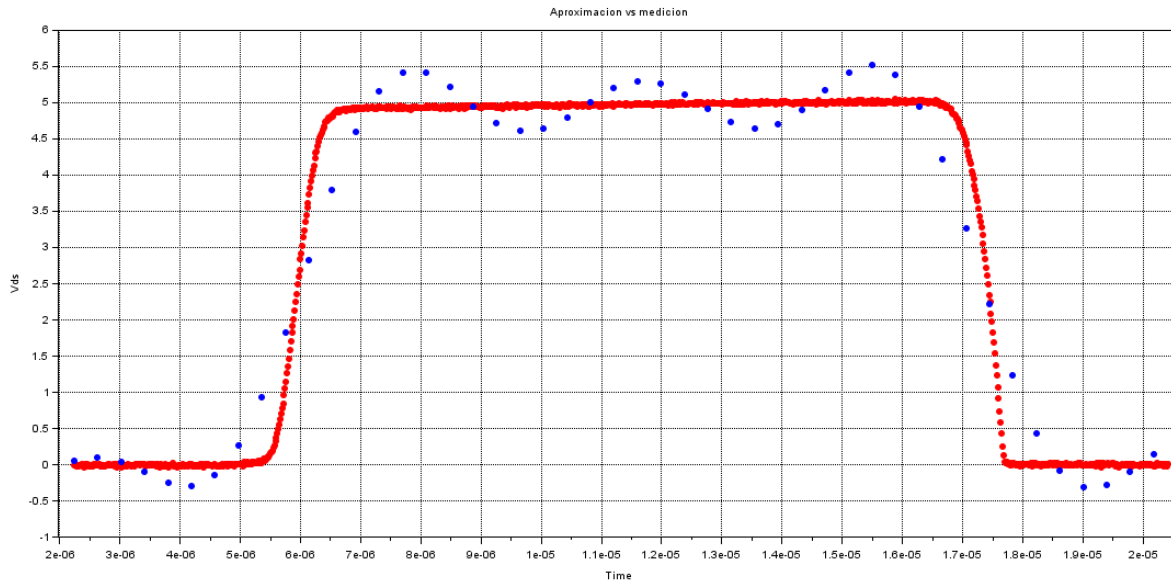


Gráfico 9 Comparación salida Vds (azul) y el modelo (rojo) Transistor RFP2N0 Fuente: Scilab

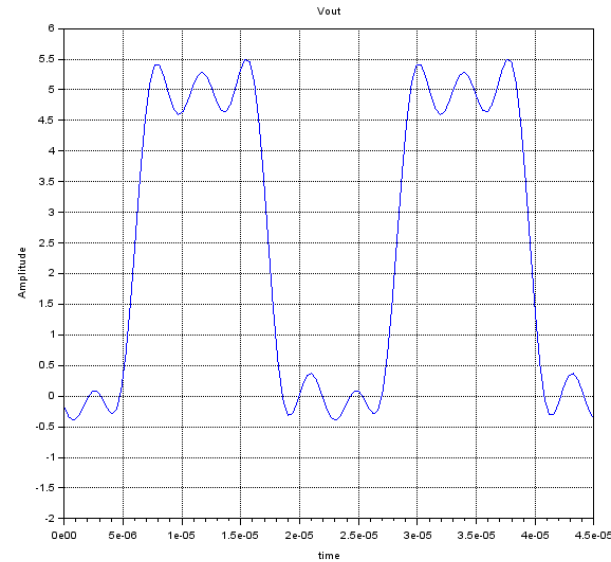
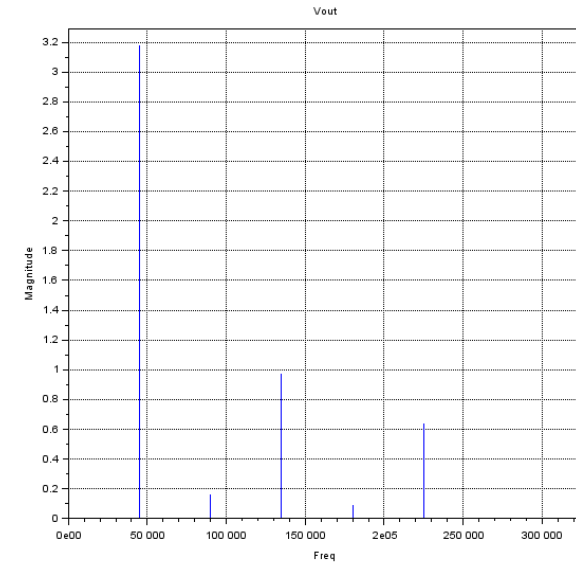


Gráfico 10 Modelo en tiempo de Vds (azul) y FFT Fuente: Scilab



$$V_{ds} = a_0 + \sum_{n=1}^5 a_n \cos(2\pi 45000 nt) + a_{n+1} \sin(2\pi 45000 nt)$$

Resultados

Deformidad por Frecuencia

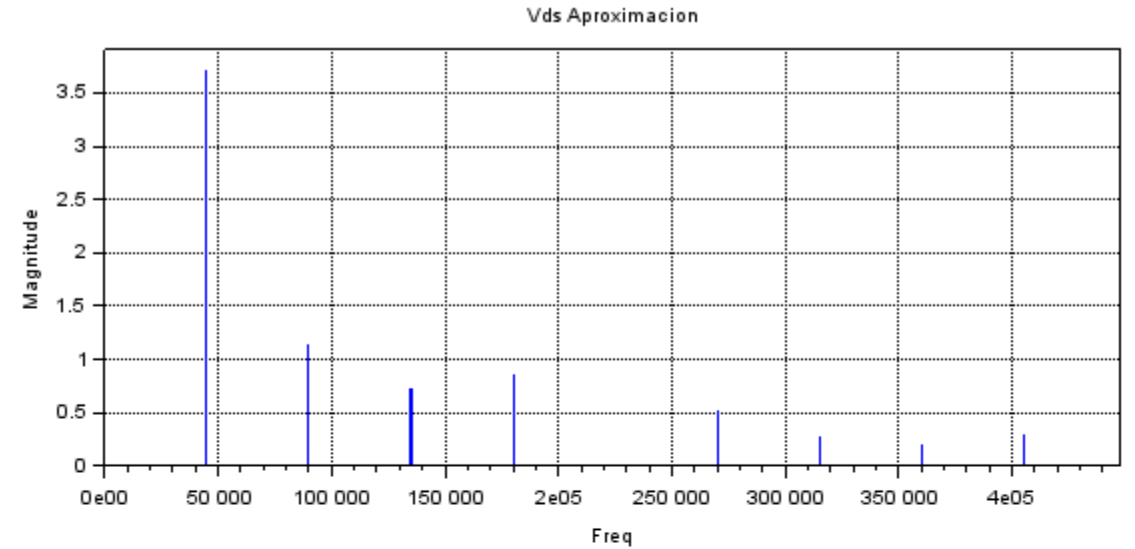
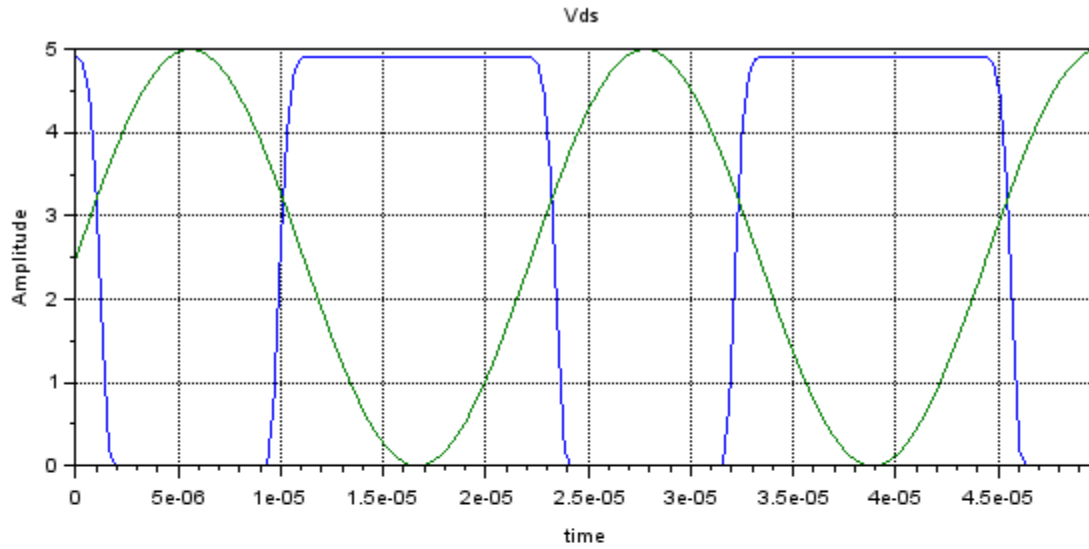
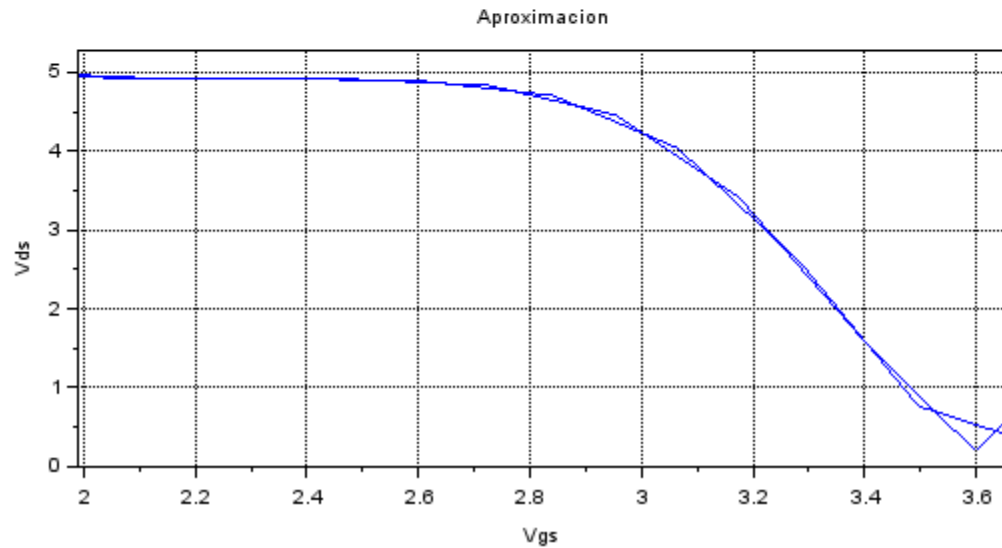


Grafico 11 Modelo en tiempo de Vds (azul) y FFT (rojo) tomando solo la region no lineal Transistor RFP2N08 Fuente: Scilab



$$V_{out}(t) = \begin{cases} V_{DS} & V_{Gth} > V_{gs} \\ V_{ds} & V_{Gth} < V_{gs} < V_{DS} \\ 0 & V_{gs} > V_{DS} \end{cases} \quad V_{ds} = \sum_{n=0}^6 a_n v_{gs}^n$$

Resultados

Deformidad por Frecuencia

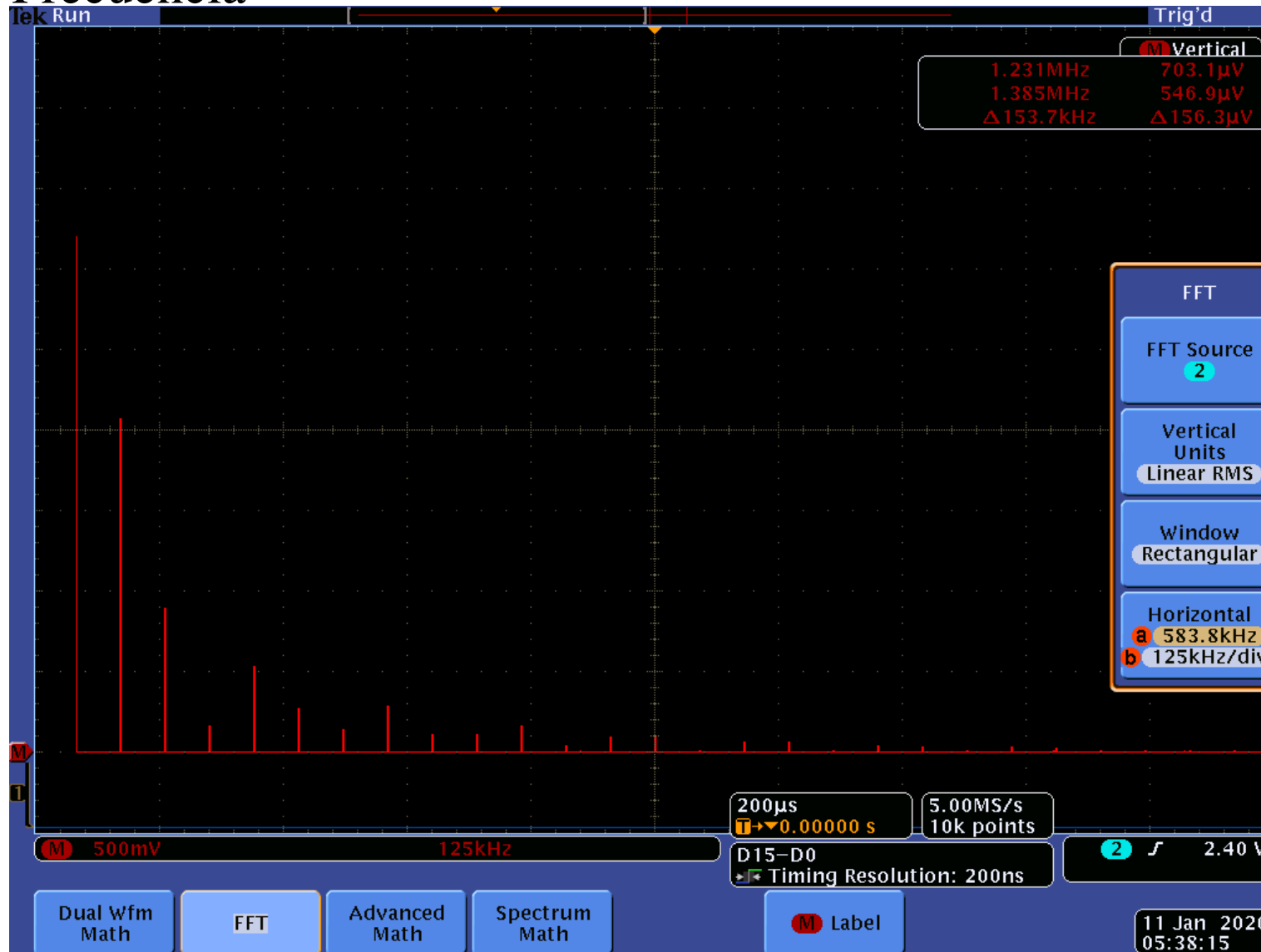


Grafico 12 Espectro de frecuencia medido del Transistor RFP2N08 Fuente: Scilab

Conclusiones

El presente trabajo ha permitido identificar que el modelo tradicional de un MOSFET no es el único modelo ni el más aproximado a un dispositivo real, que se pueden tener diferentes aproximaciones con mayor o menor grado de aproximación y que se puede realizar tanto en voltaje como en frecuencia, dependiendo el modelo matemático a utilizar como un modelo algebraico polinomial o una combinación de funciones trascendentes. Obteniendo un modelo matemático del transistor adecuado es posible utilizarlo para aplicaciones específicas como por ejemplo un modulador AM.

Referencias

[1] Schwartz, M. (1970). Information transmission, modulation and noise. A unified approach to communication systems. New York: McGraw-Hill.

Tomasi, W. (2003). Sistemas de comunicaciones electrónicas. Pearson educación.

Sauer, T., & Murrieta, J. E. M. (2013). Análisis numérico . Pearson Educación.

Chapra, S. C., Canale, R. P., Ruiz, R. S. G., Mercado, V. H. I., Díaz, E. M., & Benites, G. E. (2011). Métodos numéricos para ingenieros (Vol. 5). McGraw-Hill.

Vidal, M. [Universitat Politècnica de València – UPV]. (2017, octubre, 4). Una introducción al ajuste polinómico de datos por mínimos cuadrados, utilizando Matlab || UPV. [Archivo de video]. Recuperado de [youtube.com/watch?v=d2wGLqWyoKg](https://www.youtube.com/watch?v=d2wGLqWyoKg)

Bocco, M. (2010). Funciones elementales para construir modelos matemáticos.

Neamen, D. A. (2007). Microelectronics: circuit analysis and design (Vol. 43). New York: McGraw-Hill.

Gerald, C. F. (1987). Análisis numérico. Representaciones y Servicios de Ingeniería.

Burden, R. L., Faires, J. D., & Iriarte Balderrama, R. (1996). Análisis numérico.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/booklets)