



中国科学技术大学

University of Science and Technology of China

§ 4.4 场效应管的交流 小信号模型

lugh@ustc.edu.cn

2016年10月26日

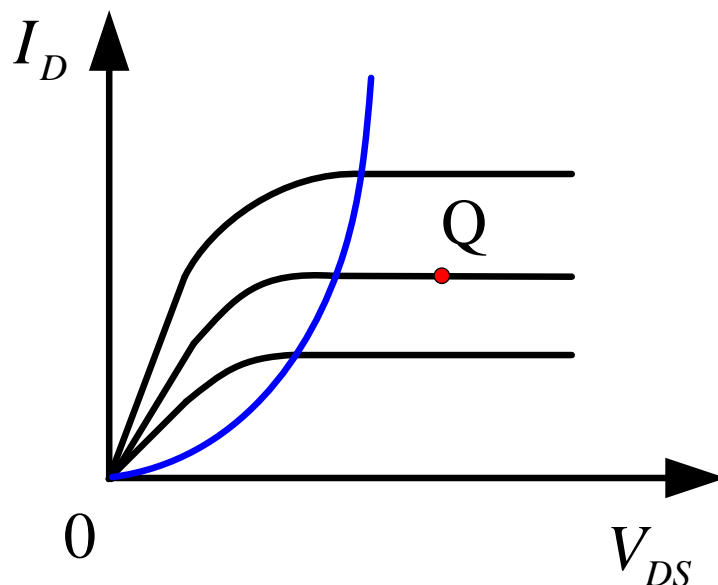
提纲

- 1. 低频交流小信号模型
- 2. 高频交流小信号模型

1. 低频交流小信号模型

■ 交流小信号模型

- **FET**处于饱和状态时，可用作交流小信号放大，其工作特性可用线性等效电路来表示，称为**FET**的交流小信号模型



{ 低频小信号模型
高频小信号模型

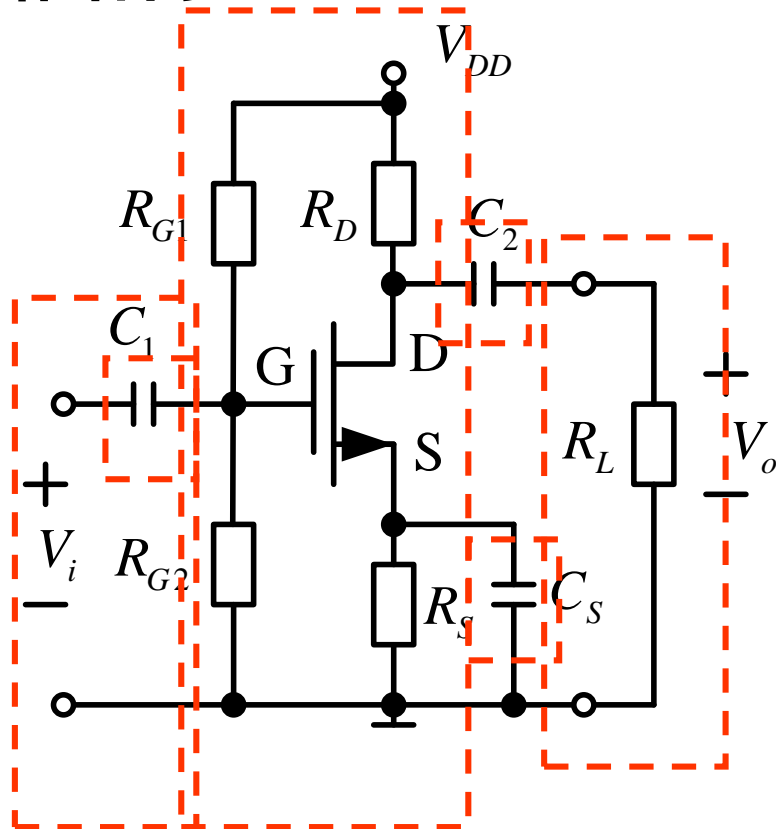
1. 低频交流小信号模型

■ 说明

- 不同类型**FET**，只要它们都偏置在饱和电流区，则在交流小信号激励下，其交流小信号模型相同，区别仅在于模型参数与具体器件参数相关

1. 低频交流小信号模型

■ 电路结构



分压式直流偏置电路

交流输入端

交流输出端

耦合电容

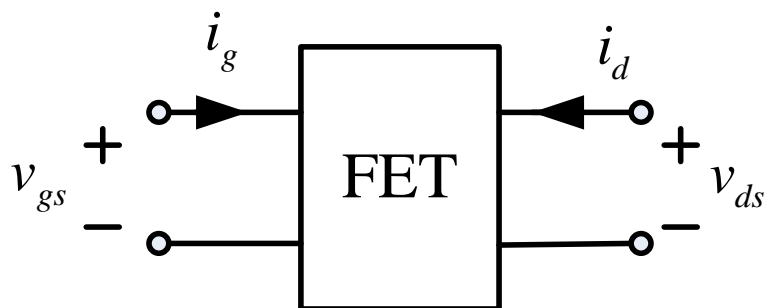
旁路电容

FET基本放大电路

1. 低频交流小信号模型

■ 基本思路

- 将FET看作双端口网络，利用端口网络的Y参数方程来描述FET，求解模型参数



$$\begin{cases} i_g = f(v_{gs}, v_{ds}) \\ i_d = f(v_{gs}, v_{ds}) \end{cases}$$

■ 说明

- 对FET而言， $i_g = 0$ ， $r_{gs} = \infty$ ，故仅需讨论输出端模型参数

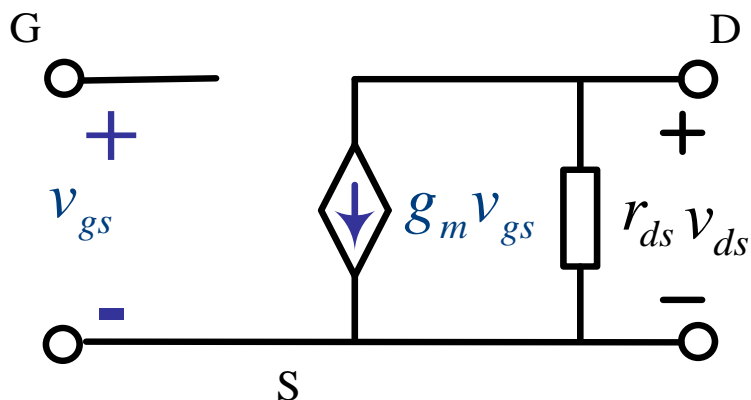
1. 低频交流小信号模型

$$I_D = f(V_{GS}, V_{DS})$$

$$\Rightarrow dI_D = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} dV_{GS} + \frac{\partial I_D}{\partial V_{DS}} dV_{DS} \Rightarrow \begin{cases} i_d = g_m v_{gs} + g_{ds} v_{ds} \\ g_m = \left. \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} \right|_{V_{DS}} = \left. \frac{i_d}{v_{gs}} \right|_{v_{ds} = 0} \\ g_{ds} = \left. \frac{\partial I_D}{\partial V_{DS}} \right|_{V_{GS}} = \left. \frac{i_d}{v_{ds}} \right|_{v_{gs} = 0} \end{cases}$$

1. 低频交流小信号模型

■ 低频小信号模型



$\begin{cases} g_m: \text{跨导} \\ g_{ds}: \text{交流输出导纳} \end{cases}$

■ 说明

- 该低频小信号模型适用于各类**FET**器件

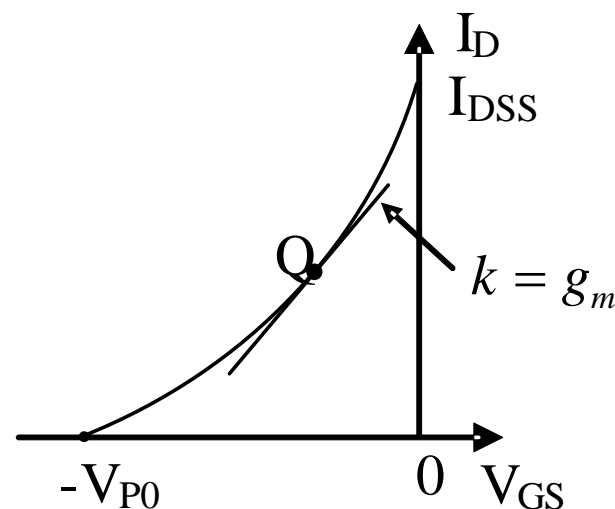
1. 低频交流小信号模型

■ N-JFET小信号模型参数

$$I_D = I_{DSS} \left(1 + \frac{V_{GS}}{V_{P0}} \right)^2 \Rightarrow$$

$$g_m = \left. \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} \right|_Q = 2I_{DSS} \left(1 + \frac{V_{GS}}{V_{P0}} \right) \frac{1}{V_{P0}}$$

$$= \frac{2I_{DSS}}{V_{P0}} \sqrt{\frac{I_{DQ}}{I_{DSS}}} = \frac{2}{V_{P0}} \sqrt{I_{DSS} I_{DQ}}$$



1. 低频交流小信号模型

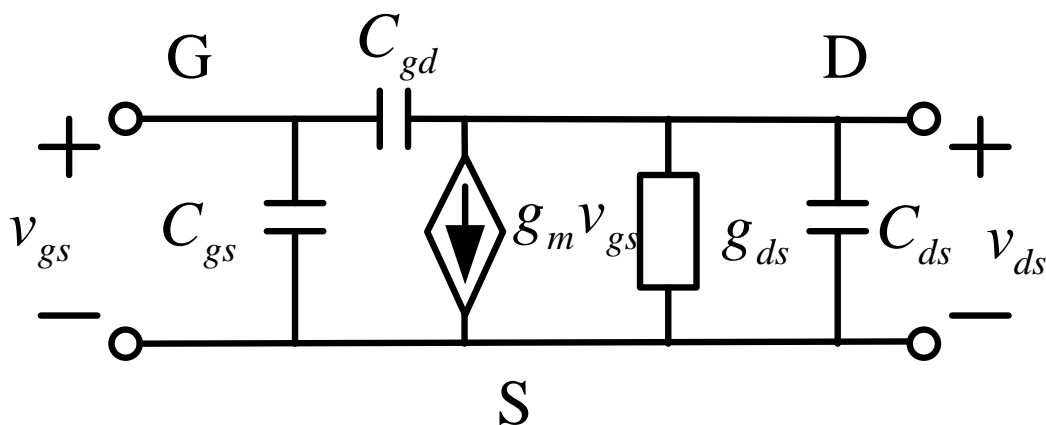
■ 说明

- 不同的直流工作点对应不同的跨导参数，这一点与晶体三极管交流发射结电阻相似，因此对于**FET**基本放大电路，仍然必须先做直流分析，再做交流分析

2. 高频交流小信号模型

■ 高频小信号模型

- 在低频小信号模型的基础上，引入三个电极之间的电容，构成**FET**的高频小信号模型
- 各极间电容大小为**pF**量级



2. 高频交流小信号模型

■ 模型特点

- 与BJT的高频小信号模型有所区别，**FET**的高频小信号模型中包含三个极间电容
- 与BJT的高频小信号模型相似，**FET**的高频小信号模型也并非单向化模型，应用时，需做单向化近似