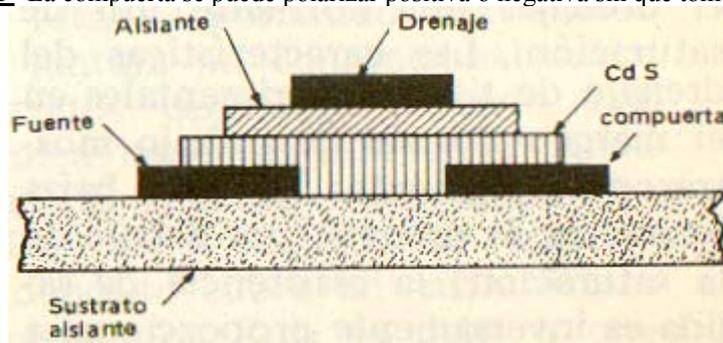


## 11 AMPLIFICADORES INTEGRADOS

### 11.1 AMPLIFICADOR DE PELICULA DELGADA [15]

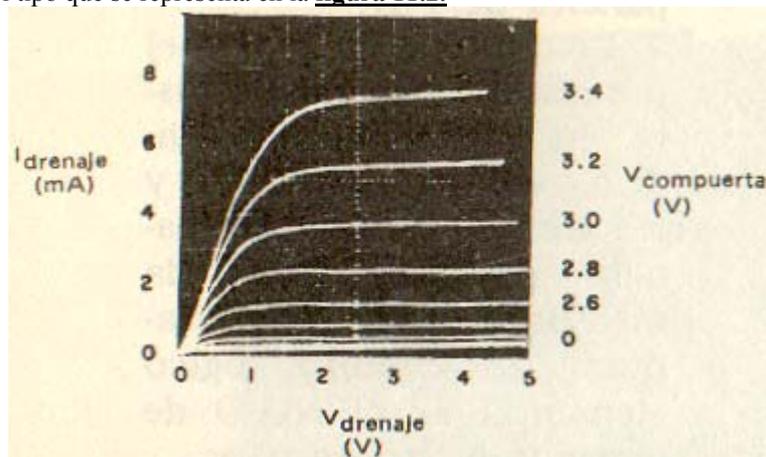
Tres versiones experimentales de amplificadores de PD son: el transistor de Película Delgada TPD; el amplificador Metal - Interfase AMI; y el Semiconductor - Metal - Semiconductor SMS. Hay un cuarto dispositivo hecho depositando juntas  $pn$  convencionales por alguno de los métodos de vaporización sobre un sustrato cerámico. El TPD de compuerta aislada es un dispositivo de Efecto de Campo, pero su compuerta de control esta separada del semiconductor por una Película Aislante en lugar de una junta  $pn$  polarizada en inversa **figura 11.1**. La compuerta se puede polarizar positiva o negativa sin que tome una corriente apreciable.



**Figura N° 11.1 Típico Transistor de PD de Compuerta Aislada**

Los electrodos de fuente y drenaje de Oro depositada sobre un sustrato de vidrio están separados 10 micrones. El semiconductor es una película tipo  $n$  de Sulfuro de Cadmio Policristalino con espesor menor que  $1/2$  micrón. El aislante de Oxido de Silicio o Fluoruro de Calcio tiene un espesor menor que  $1/10$  de micrón y esta cubierto por la compuerta, una faja de Oro o Aluminio de 15 micrones de ancho.

Si la compuerta es positiva la corriente entre fuente y drenaje puede incrementarse (enriquecerse) en varios ordenes de magnitud dando curvas características del tipo que se representa en la **figura 11.2**.



**Figura N° 11.2 Características de un TPD**

En modo de enriquecimiento  $g_m \text{ max.} = 10^4 \mu\Omega^{-1}$ , con una impedancia de salida de  $8 \text{ K}\Omega$

Se han logrado transconductancias mayores que  $10.000 \mu \text{ mho}$  y productos: ganancia  $\times$  ancho de banda de  $12 \text{ MHz}$ . El modo de enriquecimiento interesa en aplicaciones de CI pues la polarización positiva de compuerta permite acoplamiento directo entre etapas sucesivas. El TPD de compuerta aislada puede operarse también en el modo de empobrecimiento con polarización negativa de compuerta. El TPD en conmutación es ventajoso pues consume una potencia despreciable en el estado apagado y en el estado encendido solo una potencia moderada:  $1 \text{ mW}$ .

La **figura 11.3** representa las formas de onda de conmutación observadas. Se ilustran dos casos donde ambos producen una variación de  $2 \text{ mA}$  en la corriente de drenaje. Los transistores de polaridad opuesta representan un pasaje directo de la señal a través de la capacidad compuerta - drenaje. La conmutación demora aproximadamente  $30 \text{ nseg.}$ . Estos resultados se obtuvieron con un generador de pulsos de impedancia igual a  $50 \text{ ohms}$ .

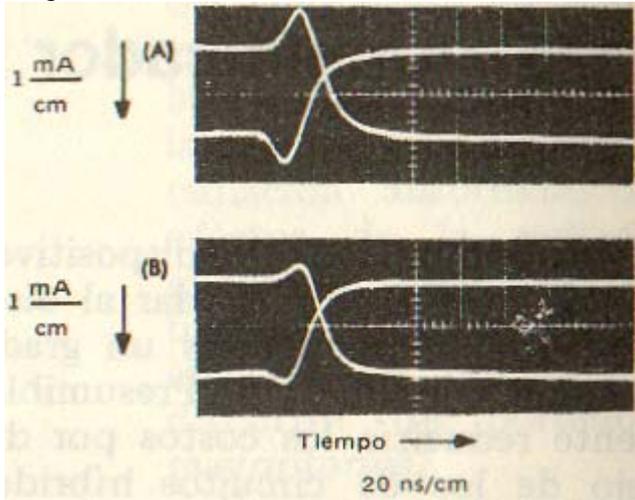
Un tríodo de electrones calientes básicos tiene un emisor de Metal - Aislante Metal que inyecta electrones calientes en una fina base metálica por el Efecto Túnel que se estudia en Mecánica Cuántica: este es el

#### 11.1.1 Amplificador de Interfase Metálica

Se fabrica un AMI depositando delgadas películas de Aluminio, Oxido de Aluminio  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y Oro sobre germanio tipo  $n$  **figura 11.4**

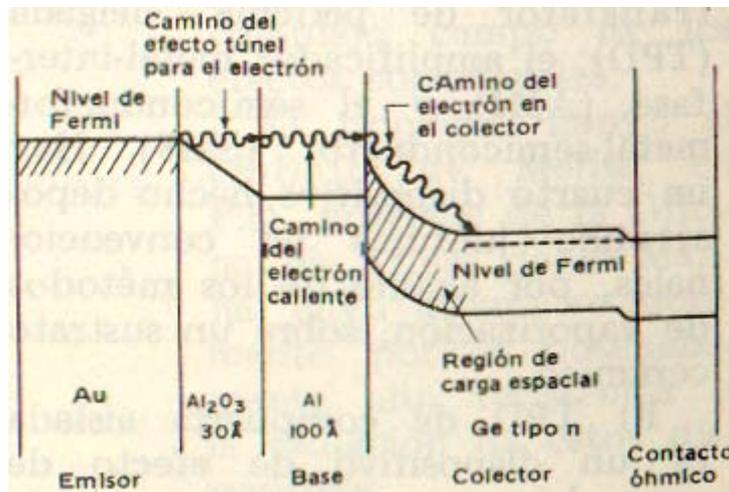
Su alta relación de transferencia de corriente se explica sobre la base del transporte de Electrones Calientes a través de la delgada base de metal. Los electrones se inyectan en la base por emisión Túnel desde el emisor de Oro.

Otro tipo de amplificador de electrones calientes tiene una estructura Semiconductor - Metal - Semiconductor SMS que no depende del efecto Túnel **figura 11.5** El rendimiento es próximo a la unidad. Tiene un producto Ganancia - Ancho de Banda máximo superior al de los transistores. Para una geometría de una faja de  $10 \text{ micrones}$  el tríodo SMS podría tener frecuencias máximas de oscilación en la gama de  $100 \text{ GHz}$  sobrepasando así a los transistores convencionales en por lo menos un orden de magnitud.



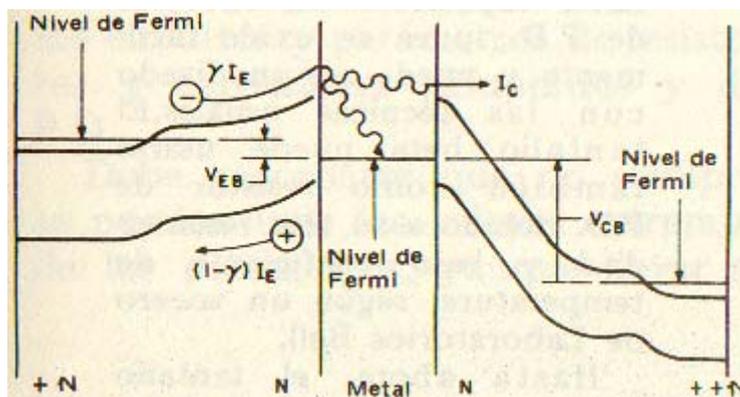
**Figura N° 11.3 Características de Conmutación de un TPD**

El tiempo de conmutación es de aproximadamente 30 nseg. con un generador de pulsos de impedancia de salida de 50 ohms. Los dos casos mostrados representan una variación de 2 mA en la corriente de Drenaje. Las corrientes de Drenaje marcadas A y B son aproximadamente iguales.



**Figura N° 11.4 Diagrama Esquemático de Bandas de Energía del Al-Ge**

Los electrones por efecto Túnel llegan al Aluminio como electrones calientes. Los que llegan a la interfase Al-Ge con energía mayor que la barrera de superficie son absorbidos por el Germanio.



**Figura N° 11.5 Diagrama Esquemático de Bandas de energía de un triódo de electrones calientes SMS.**