

RESPUESTA A LA MODULACIÓN DEL LED

- DEPENDE DE LA DINÁMICA DE LOS PORTADORES DE CARGA.
- LIMITADA POR EL TIEMPO DE VIDA DEL PORTADOR τ_c

$$R_{\text{spon}} + R_{\text{nr}} = \frac{N}{\tau_c}$$

N/τ_c CONSIDERA LOS PROCESOS DE RECOMBINACIÓN RADIATIVA Y NO RADIATIVA

- τ_c SE DETERMINA DE LA ECUACIÓN DE LA VELOCIDAD DE VARIACIÓN TEMPORAL DE LAS DENSIDADES DE PORTADORES DE CARGA N .

• CONSIDERA TODOS LOS MECANISMOS A TRAVÉS DE LOS CUALES APARECEN Y DESAPARECEN ELECTRONES **DENTRO DE LA REGIÓN ACTIVA**. PARA LOS LED'S, DESPRECIANDO LA EMISIÓN ESTIMULADA, SE OBTIENE:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{I}{q \cdot V} - \frac{N}{\tau_c}$$

MODULACIÓN SENOIDAL

- LA CORRIENTE INYECTADA ES MODULADA SENOSOIDÁLMENTE.
- I_b = CORRIENTE DE POLARIZACIÓN.
- I_m = CORRIENTE DE MODULACIÓN. $I(t) = I_b + I_m e^{j\omega_m t}$
- ω_m = FRECUENCIA DE MODULACIÓN

SOLUCIÓN GENERAL DE LA ECUACIÓN DE LA VELOCIDAD DE VARIACIÓN DE "N"

$$N(t) = N_b + N_m e^{j\omega_m t}; \text{ con } N_b = \frac{\tau_c I_b}{q \cdot V_{ol}}; N_m(\omega) = \frac{\tau_c \left(\frac{I_m}{q \cdot V_{ol}} \right)}{1 + j\omega_m \tau_c}$$

LA POTENCIA MODULADA "Pm" ESTÁ DESCRITA LINEALMENTE POR $|N_m|$

LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DEL LED “ $H(\omega_m)$ ”

$$H(\omega_m) = \frac{N_m(\omega_m)}{N_m(0)} = \frac{1}{1 + j\omega_m \tau_c}$$

EL ANCHO DE BANDA DE MODULACIÓN DE 3dB

$$f_{3dB} = \sqrt{3}(2\pi\tau_c)^{-1}$$

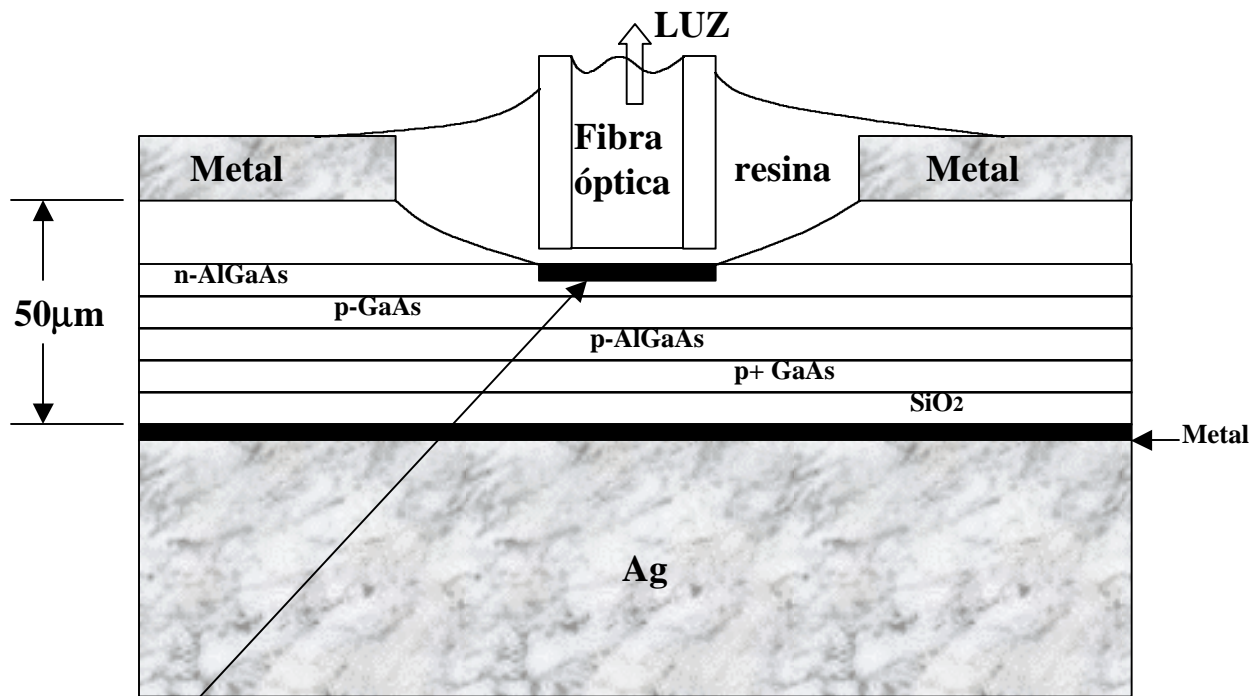
EL VALOR TÍPICO PARA InGaAsP-LED's $\tau_c=2$ a $5nS$

EL ANCHO DE BANDA DE MODULACIÓN DEL “LED”: 50-140MHz

•EL ANCHO DE BANDA ELÉCTRICO:

•SE DETERMINA DE LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA $H(\omega)$, CONSIDERANDO LA FRECUENCIA A PARTIR DE LA CUAL $|H(\omega)|^2$ SE REDUCE EN 3dB Y ESTÁ DADO POR: $(2\pi\tau_c)^{-1}$

CLASIFICACIÓN DE LOS LED's EL LED EMISOR SUPERFICIAL



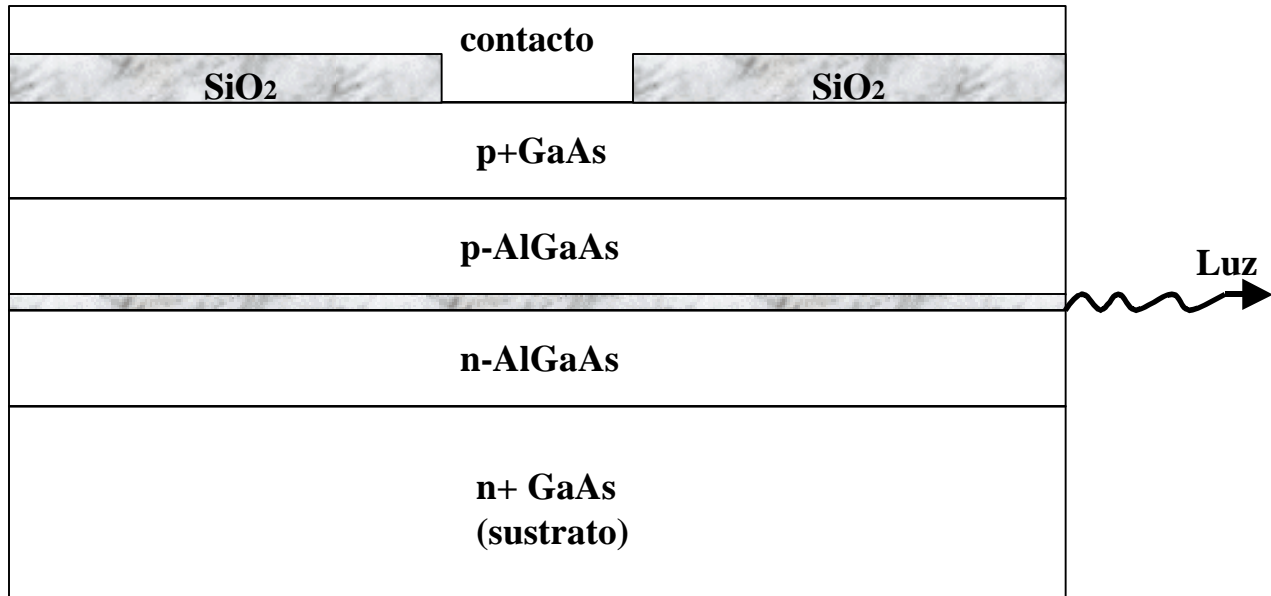
Área de emisión primaria de Luz

EL LED EMITE LUZ DE UNA SUPERFICIE QUE ES PARALELA AL PLANO DE LA UNIÓN

EL LED EMISOR SUPERFICIAL

- EL ÁREA DE EMISIÓN DEL DISPOSITIVO ES UNA REGIÓN ESTRECHA DE DIMENSIÓN COMPARABLE CON EL DIÁMETRO DEL NÚCLEO DE LA FIBRA.
- EL USO DE UNA CAPA DE ORO EVITA PÉRDIDAS DE POTENCIA POR LA SUPERFICIE POSTERIOR.
- LA EFICIENCIA DEL ACOPLAMIENTO SE MEJORA PERFORANDO UN POZO Y ACERCANDO LA FIBRA AL ÁREA DE EMISIÓN.
- LA POTENCIA ACOPLADA EN LA FIBRA, DEPENDE DE DIVERSOS PARÁMETROS:**
 - DE LA APERTURA NUMÉRICA DE LA FIBRA.**
 - DE LA DISTANCIA ENTRE FIBRA Y LED.**
- AL AGREGAR UNA RESINA EN EL POZO PERFORADO, SE INCREMENTA LA EFICIENCIA CUÁNTICA EXTERNA DADO QUE SE REDUCE EL ÍNDICE DE REFRACCIÓN.
- VARIACIONES DEL DISEÑO BÁSICO:**
 - UN MICROLENTE ESFÉRICO TRUNCADO SE FABRICA DENTRO DEL POZO PERFORADO PARA ACOPLAR LA LUZ EN LA FIBRA ÓPTICA.
 - EN OTRA VARIACIÓN, LA PUNTA FINAL DE LA FIBRA SE LE DA LA FORMA DE LENTE ESFÉRICO.
- CON UN DISEÑO APROPIADO **EL LED EMISOR SUPERFICIAL PUEDE ACOPLAR EN LA FIBRA HASTA 1% DE LA POTENCIA INTERNA GENERADA.**
- EL LED DE EMISIÓN SUPERFICIAL OPERA COMO UNA FUENTE DE LAMBERTIAN PRESENTANDO UNA DISTRIBUCIÓN ANGULAR $S_e(\theta)$ EN AMBAS DIRECCIONES, CON: $S_e(\theta) = S_0 \cos\theta$**
- LA DIVERGENCIA DEL HAZ DE LUZ TIENE UNA ANCHURA TOTAL TIENE UNA ANCHURA TOTAL MÁXIMA MEDIO DE 120°.**
- BAJO ANCHO DE BANDA.**
- BAJA POTENCIA DE SALIDA**

EL LED EMISOR DE BORDE



- **LED CON UNA GEOMETRÍA DE UNA HETEROESTRUCTURA DOBLE. EMITE LUZ DESDE EL BORDE DE LA ZONA DE LA UNIÓN.**
 - LA REGIÓN ACTIVA ESTÁ RODEADA POR CAPAS DE REVESTIMIENTO TIPO **p** Y **n**.
 - **EL DISEÑO DE HETEROESTRUCTURA:** PERMITE UN RENDIMIENTO MAYOR:
 - PROVEE UN CONTROL SOBRE EL ÁREA DE EMISIÓN.
 - ELIMINA LA ABSORCIÓN INTERNA DEBIDO A LAS CAPAS DE REVESTIMIENTO TRANSPARENTE.
 - **UN BAÑO DE ALTA REFLEXIÓN** SE USA FRECUÉNTEMENTE EN UNA CARA PARA REDUCIR LA EMISIÓN DE POTENCIA DE ESTA CARA.
 - **LA DIVERGENCIA EL HAZ DE LUZ DEL LED EMISOR DE BORDE,** DIFIERE DEL **LED EMISOR SUPERFICIAL** DEBIDO A LA PROPAGACIÓN DE ONDA GUIADA **EN EL PLANO PERPENDICULAR A LA UNIÓN.**
 - **EN EL LED DE EMISIÓN DE BORDE** LA DIVERGENCIA ALCANZA 30° EN LA DIRECCIÓN PERPENDICULAR AL PLANO DE LA UNIÓN.
 - **EL ANCHO DE BANDA DE MODULACIÓN:** DEL LED EMISOR DE BORDE ES DE **200MHz**.

APLICACIÓN DEL LED

- SISTEMAS DE BAJO COSTO.
- VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN DE UNOS **100Mb/s**
- TRANSMISIÓN DE POCOS KILOMÉTROS DE DISTANCIA.

LED CON INCREMENTO DE LA CAVIDAD RESONANTE

- SE IMPLEMENTAN **DOS ESPEJOS METÁLICOS** ALREDEDOR DE LAS CAPAS CRECIDAS EPITAXIÁLMENTE.
 - EL DISPOSITIVO SE UNE A UN SUSTRATO DE SILICIO.
- OTRA VARIANTE DE ESTE LED:**
 - EL ESPEJO POSTERIOR SE FABRICA A TRAVÉS DE UN PROCESO EPITAXIAL USANDO UN CÚMULO DE CAPAS ALTERNADAS DE DOS SEMICONDUCTORES DIFERENTES.
 - EL ESPEJO SUPERIOR CONSISTE EN UNA MEMBRANA DEFORMABLE SUSPENDIDA POR UNA SEPARACIÓN DE AIRE.
 - LA LONGITUD DE ONDA DE OPERACIÓN DE ESTOS LEDS SE PUEDE SINTONIZAR SOBRE LOS 40nm, AJUSTANDO LA ANCHURA DE SEPARACIÓN DE AIRE.

OTRO TIPO DE ESTRUCTURA LED

- VARIOS POZOS CUÁNTICOS DE DIFERENTES COMPOSICIÓN Y BANDAS PROHIBIDAS SE HACEN CRECER PARA FORMAR UNA ESTRUCTURA DE POZOS MULTICUÁNTICOS.
 - CADA POZO CUÁNTICO EMITE LUZ A UNA LONGITUD DE ONDA DIFERENTE.
 - ESTE TIPO DE LED PUEDE TENER UN ESPECTRO EXTREMÁDAMENTE ANCHO QUE SE EXTIENDE SOBRE UN RANGO DE LONGITUD DE ONDA DE 500nm.
 - ENCUENTRA APLICACIÓN EN REDES DE ÁREA LOCAL CON MULTIPLEXIÓN DE LONGITUD DE ONDA.