

- EN ESTADO ESTACIONARIO LA ONDA PLANA SE MANTIENE SIN CAMBIOS, DESPUÉS DEL PRIMER VIAJE DE IDA Y VUELTA:

$$E_0 e^{gL} \sqrt{R_1 R_2} e^{-\alpha_{\text{int}} L} = E_0$$

- IGUALANDO LA AMPLITUD Y LA FASE EN LAS DOS CARAS, SE OBTIENE:

$$g = \alpha_{\text{int}} + \frac{1}{2L} \ln \left(\frac{1}{R_1 R_2} \right) = \alpha_{\text{int}} + \alpha_{\text{mir}} = \alpha_{\text{cav}}$$

- α_{mir} =PÉRDIDAS EN LOS ESPEJOS $2kL = 2m\pi, \quad \nu = \nu_m = mC/2nL$
- α_{cav} =PÉRDIDA TOTAL DE LA CAVIDAD $k = 2\pi n\nu / C \quad y \quad m = \text{entero}$

- LA ECUACIÓN ANTERIOR PARA “g” MUESTRA QUE LA GANANCIA A PARTIR DEL NIVEL UMBRAL SE IGUALA A LAS PÉRDIDAS

TOTALES DE LA CAVIDAD α_{cav}

- LA FRECUENCIA LASER “ ν ” TIENE QUE EMPAREJARSE CON UNA DE LAS FRECUENCIAS DEL JUEGO DE FRECUENCIAS “ ν_m ”, DONDE “m” ES UN NÚMERO ENTERO.

- ESTAS FRECUENCIAS “ ν_m ” SON LOS MODOS LONGITUDINALES Y SE DETERMINAN POR LAS LONGITUDES ÓPTICAS n_L

- DESPRECIANDO LA DEPENDENCIA DE “n” DE LA FRECUENCIA, EL ESPACIO $\Delta\nu_L$ ENTRE LOS MODOS LONGITUDINALES ES CONSTANTE.

- CONSIDERANDO LA DISPERSIÓN MATERIAL ESTÁ DADA POR:

$$\bullet n_g = \text{ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE GRUPO CON :}$$

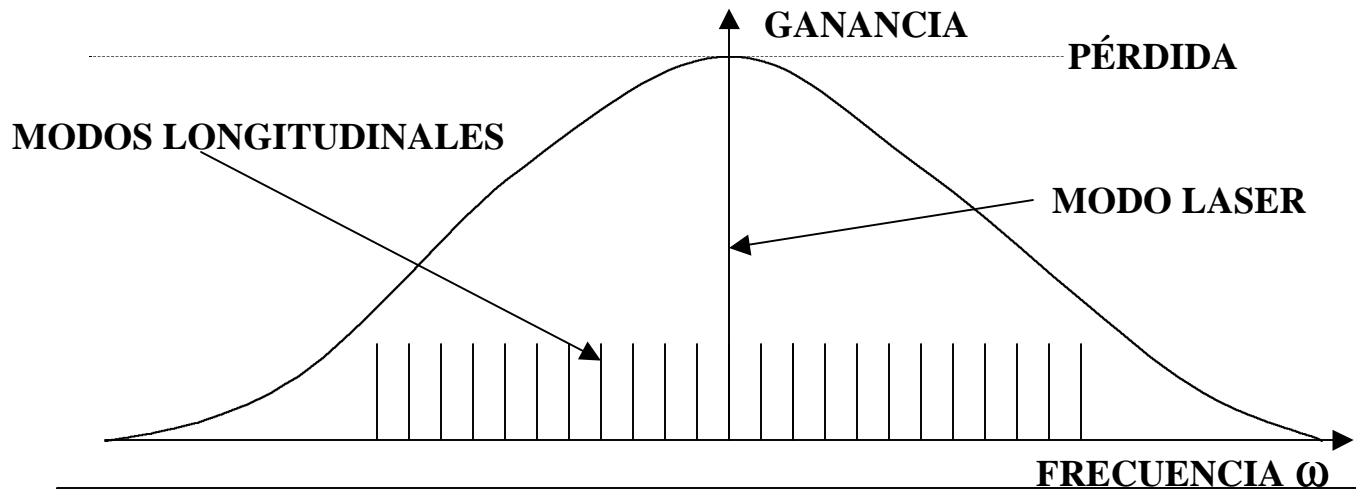
- VALORES TÍPICOS PARA LA SEPARACIÓN ENTRE MODOS LONGITUDINALES:

$$\bullet \Delta\nu_L = 100\text{-}200\text{GHz}$$

$$\bullet L = 200\text{-}400\mu\text{m}$$

LASER DE FABRY-PEROT

- EMITE LUZ EN VARIOS MODOS LONGITUDINALES DE LA CAVIDAD.
- FIGURA: GANANCIA Y PERFILES DE PÉRDIDAS EN LASERS SEMICONDUCTORES.



- LAS LINEAS VERTICALES MUESTRAN LA LOCALIZACIÓN DE LOS MODOS LONGITUDINALES.
- EL NIVEL UMBRAL LASER SE ALCANZA AL IGUALARSE LA GANANCIA PICO CON LAS PÉRDIDAS.
- COMO SE OBSERVA EN LA FIGURA:
 - EL ESPECTRO DE GANANCIA $g(\omega)$ DEL LASER SEMICONDUCTORES ES SUFICIENTEMENTE ANCHO DE UNOS:
 - 10THz
 - ESTO HACE QUE ALGUNOS MODOS LONGITUDINALES DE LA CAVIDAD DE FABRY-PEROT, SIMULTÁNEAMENTE EXPERIMENTAN GANANCIA.
 - EL MODO DOMINANTE: ES EL MODO CERCANO AL PICO DE GANANCIA.
 - LOS OTROS MODOS: BAJO CONDICIONES IDEALES:
 - NO ALCANZAN EL NIVEL UMBRAL DEL LASER DADO QUE LA GANANCIA DE ESTOS MODOS SE MANTIENE MENOR QUE EL MODO PRINCIPAL.

LASER MULTIMODOS

- EN LA PRÁCTICA: LA DIFERENCIA ENTRE EL MODO PRINCIPAL Y ALGUNOS MODOS VECINOS ES ESTRECHA, DE: $0,1\text{cm}^{-1}$.
- UNO O DOS MODOS VECINOS A AMBOS LADOS DEL MODO PRINCIPAL, TRANSPORTAN UN PORCENTAJE APRECIABLE DE LA POTENCIA LASER JUNTO CON EL MODO PRINCIPAL.

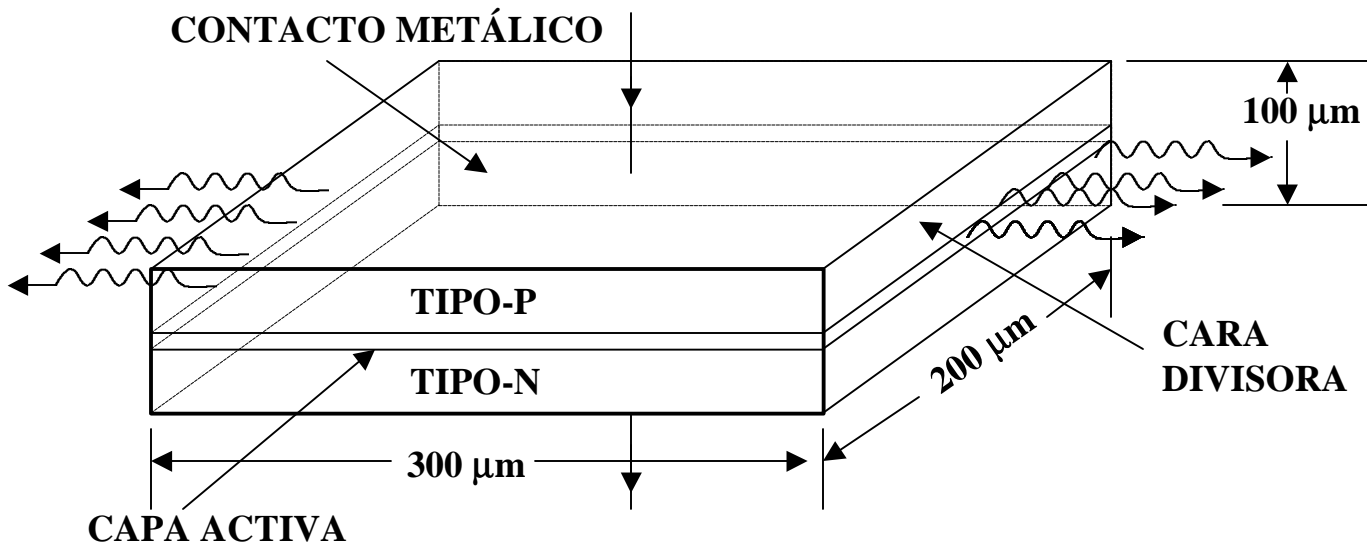
SISTEMAS ÓPTICOS DE $1,55\mu\text{m}$

- EL PRODUCTO **BL** MUESTRA LIMITACIONES PARA VALORES POR DEBAJO DE: **10Gb/s**.
- DEBIDO A LA NATURALEZA MULTIMODO DEL LASER.
 - CADA MODO SE PROPAGA A UNA VELOCIDAD LÉVELEMENTE DIFERENTE GENERANDO UNA DISPERSIÓN DE VELOCIDAD DE GRUPO.
 - EL PRODUCTO **BL** SE PUEDE INCREMENTAR, DISEÑANDO LASERS QUE OSCILAN EN UN MODO ÚNICO LONGITUDINAL.

ESTRUCTURAS LASER

- CONSISTE DE UNA CAPA ACTIVA MUY DELGADA DE ESPESOR APROX.: $0,1\mu\text{m}$ UBICADA ENTRE DOS CAPAS DE REVESTIMIENTO TIPO-P Y TIPO-N DE OTRO SEMICONDUCTOR CON UNA ANCHURA DE BANDA PROHIBIDA MAYOR QUE EN LA REGIÓN ACTIVA.
- LA HETEROUNIÓN PN SE POLARIZA DIRÉCTAMENTE A TRAVÉS DE CONTACTOS METÁLICOS.
- TALES LASER SE DENOMINAN: LASER SEMICONDUCTORES DE ÁREA TRANSVERSAL ANCHA.
- DADA QUE LA CORRIENTE SE INYECTA A TRAVÉS DE UN ÁREA TRANSVERSAL RELATIVAMENTE ANCHA CUBRIENDO LA ANCHURA TOTAL DEL CHIP LASER. DE APROX. UNOS $100\mu\text{m}$.

•**FIGURA:** LA CAPA ACTIVA SE ENCUENTRA ENTRE LAS CAPAS DE REVESTIMIENTO DE MATERIAL DE BANDA PROHIBIDA MAYOR QUE LA DE LA CAPA ACTIVA



- LA LUZ LASER ES EMITIDA **DESDE LAS DOS CARAS DIVISORAS** EN FORMA DE **UN FOCO ELÍPTICO** DE DIMENSIONES APROX. DE $1 \times 100 \mu\text{m}^2$
- LA DIMENSIÓN DEL FOCO ELÍPTICO, EN LA DIRECCIÓN **PERPENDICULAR AL PLANO DE LA UNIÓN** ES DE $1 \mu\text{m}$
 - DEBIDO AL DISEÑO DE LA HETEROESTRUCTURA DEL LASER.
- LA REGIÓN ACTIVA ACTÚA COMO GUÍA DE ONDA PLANA DIELECTRICA
 - ESTO ES RESULTADO DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN EN LA REGIÓN ACTIVA, EL CUAL ES MAYOR QUE EN LAS REGIONES DE REVESTIMIENTO CIRCUNDANTES. $\Delta n = 0,3$
- DE MANERA SIMILAR **AL CASO DE LA FIBRA ÓPTICA**, LA CAPA ACTIVA SOPORTA CIERTO NÚMERO DE MODOS TRANSVERSALES.
- **EN LA PRÁCTICA:** LA REGIÓN ACTIVA ES LO SUFICIENTEMENTE DELGADA DE APROX. $0,1 \mu\text{m}$
 - LA GUÍA DE ONDA DIELECTRICA PLANA SOPORTA UN MODO ÚNICO TRANSVERSAL.

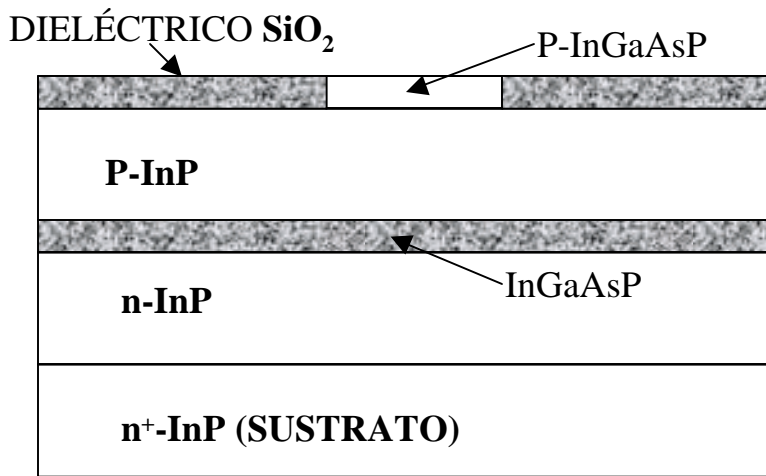
- DIRECCIÓN LATERAL PARALELA AL PLANO DE LA UNIÓN**
- NO EXISTE UN MECANISMO SIMILAR DE ENCIERRO DE LA LUZ.
 - COMO CONSECUENCIA LA LUZ GENERADA SE ENSANCHA A LO LARGO DE TODA LA ANCHURA DEL LASER.
 - **SEMICONDUCTORES LASER DE ÁREA TRANSVERSAL ANCHA:**
 - PRESENTAN DEFICIENCIAS.
 - SE USAN CON POCA FRECUENCIA EN SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICOS.
 - **DESVENTAJAS:**
 - CORRIENTE UMBRAL RELATIVAMENTE ALTA.
 - PATRÓN ESPACIAL ÁLTAMENTE ELÍPTICO.
 - ESTE PATRÓN VARÍA DE FORMA INCONTROLABLE CON LA CORRIENTE.
 - **SOLUCIÓN A ESTE PROBLEMA:**
 - SE INTRODUCE UN MECANISMO PARA ENCERRAR LA LUZ EN LA DIRECCIÓN LATERAL.
 - **SE DIFERENCIAN DOS LASER SEMICONDUCTORES:**
 - DE GANANCIA GUÍADA
 - DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN GUÍADO.

LASERS SEMICONDUCTORES DE GANANCIA GUÍADA

- LIMITANDO LA CORRIENTE DE INYECCIÓN A TRAVÉS DE UNA BANDA PELICULAR MUY DELGADA.
- ES POSIBLE RESOLVER EL ENCIERRO DE LA LUZ.

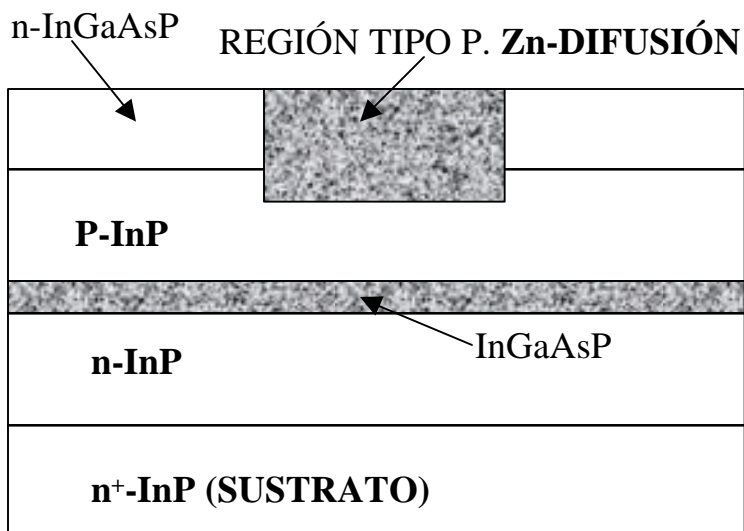
LASER SEMICONDUCTOR CON GEOMETRÍA DE BANDA PELICULAR

- CON BANDA PELICULAR DE ÓXIDO.



- UNA CAPA DE DIELECTRICO SiO_2 SE DEPOSITA SOBRE LA CAPA P.
- CON UNA ABERTURA A TRAVÉS DE LA CUAL SE INYECTA LA CORRIENTE.

•CON BANDA PELICULAR TIPO UNIÓN.



- UNA CAPA DE MATERIAL TIPO-n SE DEPOSITA SOBRE LA CAPA TIPO P.
- DIFUSIÓN DE Zn CONVIERTE LA REGIÓN CENTRAL “n” EN TIPO-P.
- LA CORRIENTE FLUYE SÓLO A TRAVÉS DE LA REGIÓN CENTRAL.
- ES BLOQUEADA POR LA POLARIZACIÓN INVERSA DE LA UNIÓN pn.

OTROS DISEÑOS LASERS

- **EN TODOS LOS DISEÑOS LA CORRIENTE INYECTADA A TRAVÉS DE LA BANDA PELICULAR DELGADA CENTRAL DE UNOS $5\mu\text{m}$ DE ANCHURA:**
 - PERMITE UNA VARIACIÓN ESPACIAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE DENSIDADES DE PORTADORES DE CARGA EN LA DIRECCIÓN LATERAL.
 - **ESTA VARIACIÓN DE PORTADORES ES CONTROLADA POR LA CORRIENTE DE DIFUSIÓN.**
- **LA GANANCIA ÓPTICA: ALCANZA UN PICO MÁXIMO EN EL CENTRO DE LA BANDA PELICULAR.**
 - DADO QUE LA REGIÓN ACTIVA **PRESENTA ALTAS PÉRDIDAS POR ABSORCIÓN** EN LA REGIÓN FUERA DE LA BANDA PELICULAR CENTRAL.
 - POR LO TANTO:
 - **LA LUZ ES ENCERRADA EN LA REGIÓN DE LA BANDA PELICULAR.**

- LASER SEMICONDUCTORES DE GANANCIA GUIADA**
- ESTOS LASERS TOMAN ESTA DENOMINACIÓN DADO A QUE LA **GANANCIA AYUDA A ENCERRAR LA LUZ..**
 - **LA CORRIENTE UMBRAL TÍPICA DE ESTOS LASERS, ESTÁ EN EL ORDEN DE $50\text{-}100\text{mA}$**
 - LA LUZ ES EMITIDA EN FORMA DE UN **FOCO ELÍPTICO** DE DIMENSIONES: **$1 \times 5\mu\text{m}^2$**
 - **LA PRINCIPAL DESVENTAJA:**
 - LA DIMENSIÓN DEL **FOCO ELÍPTICO** NO ES ESTABLE AL INCREMENTARSE LA POTENCIA DEL LASER.
 - ESTOS LASERS ENCUENTRAN POCAS APLICACIONES EN LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS .
 - DEBIDO A LOS PROBLEMAS DE INESTABILIDAD DE LOS MODOS