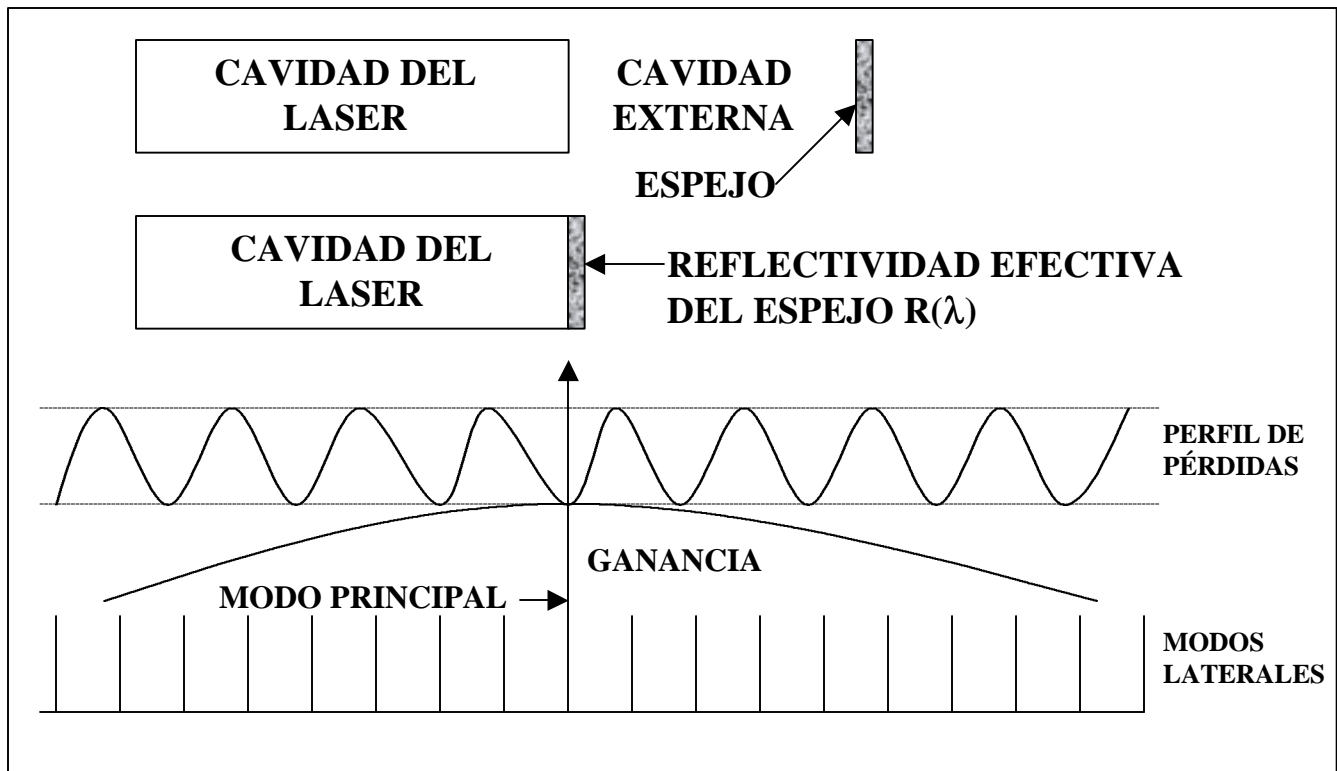


## LASER SEMICONDUCTOR CON ACOPLAMIENTO POR CAVIDAD OPERACIÓN SLM (MONOMODO LONGITUDINAL)

- LA OPERACIÓN SLM SE REALIZA ACOPLANDO LA LUZ EN UNA CAVIDAD EXTERNA.
- **FIGURA: SELECTIVIDAD DEL MODO LONGITUDINAL EN UN LASER CON ACOPLAMIENTO POR CAVIDAD.**
  - LA DEPENDENCIA QUE MUESTRA LA REFLECTIVIDAD EFECTIVA DEL ESPEJO  $R(\lambda)$  DE LA LONGITUD DE ONDA.
  - GENERA UN CAMBIO DE FASE EN LA CAVIDAD EXTERNA.
  - COMO CONSECUENCIA SE PRODUCE EN LA CAVIDAD LASER:
    - UN PERFIL PERIÓDICO DE PÉRDIDAS.



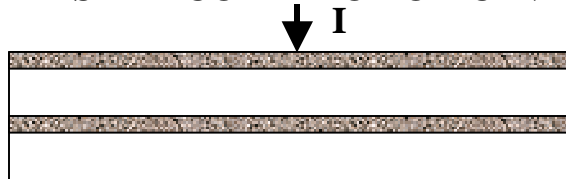
- UNA PARTE DE LA LUZ REFLEJADA SE RETROALIMENTA EN LA CAVIDAD DEL LASER.
- NO ES NECESARIO QUE LA **RETROALIMENTACIÓN** DESDE LA CAVIDAD EXTERNA SE ENCUENTRE EN FASE CON EL CAMPO ÓPTICO DENTRO DE LA CAVIDAD DEL LASER.
  - DADO QUE EL CAMBIO DE FASE OCURRE EN LA CAVIDAD EXTERNA.

### LA RETROALIMENTACIÓN DE LA FASE DE ENTRADA.

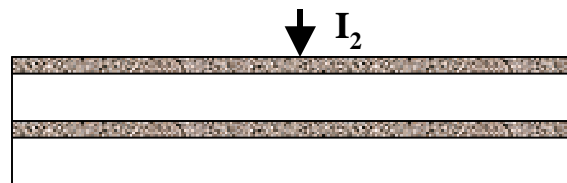
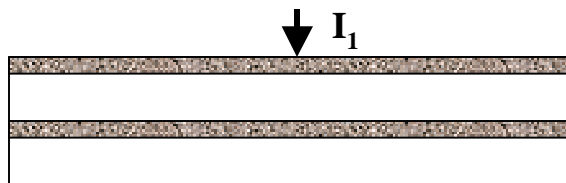
- OCURRE SOLO PARA LOS MODOS LASER:
  - CUYA LONGITUD DE ONDA COINCIDA APROXIMÁDAMENTE:
    - CON LA LONGITUD DE ONDA DE UNO DE LOS MODOS LONGITUDINALES DE LA CAVIDAD EXTERNA.
- LA REFLECTIVIDAD EFECTIVA DE LA CARA DEL LASER QUE RECUBRE LA CAVIDAD EXTERNA PRESENTA UNA DEPENDENCIA DE LA LONGITUD DE ONDA Y SE PRODUCE UN PERFIL PERIÓDICO DE PÉRDIDAS.
  - EL MODO DOMINANTE:
    - ES EL MODO LONGITUDINAL MÁS CERCANO A LA GANANCIA PICO Y CON LA MENOR PÉRDIDA DE CAVIDAD.

### •FIGURA: ESTRUCTURAS LASERS ACOPLADAS POR CAVIDAD.

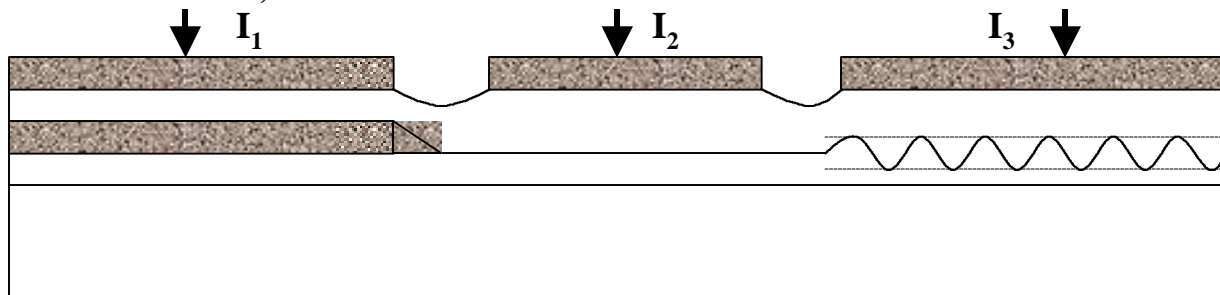
#### •LASER ACOPLADO POR CAVIDAD EXTERNA



#### •LASER C<sup>3</sup> O ACOPLADO POR HENDIDURA



#### •LASER MULTISECCIONES DBR (CON REFLECTOR DE BRAGG DISTRIBUIDO)



- HAN SIDO DESARROLLADOS VARIOS TIPOS DE ARREGLOS ESTRUCTURALES DE CAVIDADES DE ACOPLAMIENTO. COMO LOS DE LA FIGURA.

### **EL LASER ACOPLADO POR CAVIDAD EXTERNA.**

- ES UN ARREGLO SENCILLO PARA FABRICAR **LASER SLM** O DE MODO ÚNICO LONGITUDINAL , QUE ACOPLEN LUZ DESDE EL **LASER SEMICONDUCTOR** A UNA REJILLA EXTERNA.
- LA CARA CORRUGADA DE LA REJILLA SE REVISTE DE UNA CAPA DE **ANTI-REFLEXIÓN**.
  - PARA REDUCIR SU REFLECTIVIDAD NATURAL.
  - PARA PROPORCIONAR UN FUERTE ACOPLAMIENTO .
- ESTE TIPO DE LASER ES IMPORTANTE POR LA CAPACIDAD DE SINTONIZACIÓN QUE PRESENTA.
- GIRANDO SÍMPLEMENTE **LA REJILLA**, ES POSIBLE SINTONIZAR SOBRE UN RANGO ANCHO DE UNOS **50nm** LA LONGITUD DE ONDA DEL **SLM**.
  - HACIENDO USO DEL MECANISMO DE LA CAVIDAD DE ACOPLAMIENTO.
- LA SINTONIZACIÓN DE LA LONGITUD DE ONDA**
  - ES UNA DE LAS CARACTERÍSTICAS EXIGIDA A LOS LASERS USADOS EN:
    - SISTEMAS MULTICANALES Y EN**
    - SISTEMAS DE COMUNICACIONES COHERENTES.**
- DESVENTAJA:**
  - TIENE UN TIPO DE ESTRUCTURA **NO MONOLÍTICA**, LO QUE DIFICULTA LOGRAR LA **ESTABILIDAD MECÁNICA GENERAL** REQUERIDA POR EL TRANSMISOR ÓPTICO.

### **EL LASER C<sup>3</sup> O ACOPLADO POR HENDIDURA.**

- ESTE LASER OFRECE UN DISEÑO MONOLÍTICO PARA LASERS ACOPLADOS POR CAVIDAD.
- SE FABRICA **DIVIDIENDO EN EL MEDIO UN LASER SEMICONDUCTOR MULTIMODO CONVENCIONAL**.
  - EL LASER SE DIVIDE EN DOS PARTES.
  - CADA PARTE CON APROXIMÁDAMENTE LA MISMA LONGITUD.
  - SEPARADA **POR UN ESPACIO DE AIRE MUY DELGADA** DE ANCHURA DE UNOS **1μm**.
- LA REFLECTIVIDAD EN LAS CARAS DE LA HENDIDURA DE APROXIMÁDAMENTE 30%.**
  - PERMITE SUFICIENTE ACOPLAMIENTO ENTRE LAS DOS SECCIONES.
    - MIENTRAS LA SEPARACIÓN ENTRE LAS PARTES **NO SEA TAN GRANDE.**
- VARIANDO LA CORRIENTE INYECTADA EN UNA DE LAS SECCIONES DE LA CAVIDAD, QUE ACTÚA **COMO CONTROL DE MODO**.
  - ES POSIBLE SINTONIZAR **LA LONGITUD DE ONDA DEL LASER C<sup>3</sup>** SOBRE UN RANGO DE UNOS **20nm**.
  - SIN EMBARGO, **LA SINTONIZACIÓN NO ES CONTINUA.**
    - DADO QUE CORRESPONDE A SUCESIVOS **SALTOS MODALES** DE APROXIMÁDAMENTE **2nm**

### **EL LASER SEMICONDUCTOR SINTONIZABLE**

- LA MAYORÍA DE LOS SISTEMAS ÓPTICOS REQUIEREN DE UN LASER ESTABLE CON UNA ESTRECHA ANCHURA DE LINEAS ESPECTRALES.
- CUYA LONGITUD DE ONDA PUEDA SER SINTONIZADA SOBRE UN RANGO AMPLIO.

### **LASER MULTISECCIONES DBR (CON REFLECTOR BRAGG DISTRIBUIDO)**

- HAN SIDO DESARROLLADOS PARA SATISFACER LOS REQUERIMIENTOS DE:

- **ESTABILIDAD Y SINTONIZACIÓN.**
- **CONSISTE EN TRES PARTES:**
  - LA SECCIÓN ACTIVA
  - LA SECCIÓN DE CONTROL DE FASE.
  - LA SECCIÓN DE BRAGG.
- CADA SECCIÓN PUEDE POLARIZARSE INDEPENDIÉNTEMENTE, INYECTANDO DIFERENTES CANTIDADES DE CORRIENTE.
- LA CORRIENTE INYECTADA EN LA SECCIÓN DE BRAGG:

- **SE USA PARA CAMBIAR LA LONGITUD DE ONDA DE BRAGG.**

- $\lambda_B = 2n \Lambda$

- **CON  $\Lambda = m(\lambda_B / 2 \hat{n})$  PERÍODO DE ENREJADO**

- A TRAVÉS DE CAMBIOS INDUCIDOS DE PORTADORES EN EL ÍNDICE DE REFRACCIÓN “n”.

- **LA CORRIENTE INYECTADA EN LA SECCIÓN DE CONTROL DE FASE:**

- SE USA PARA CAMBIAR LA FASE DE LA RETROALIMENTACIÓN DEL LASER **DBR**.

- A TRAVÉS DE CAMBIOS INDUCIDOS DE PORTADORES DE “n” EN ESTA SECCIÓN.

- LA LONGITUD DE ONDA DEL LASER SE PUEDE **SINTONIZAR EN FORMA CONTINUA** SOBRE UN RANGO DE **5 A 7nm** CONTROLANDO LA CORRIENTE EN LAS TRES SECCIONES.

- **EL LASER OPERA ESTABLE:**

- DEBIDO A QUE LA LONGITUD DE ONDA ESTÁ DETERMINADA **POR LA REJILLA INTERNA SITUADA EN LA REGIÓN DE BRAGG.**

### **OTROS DISEÑOS DE LASERS DFB SINTONIZABLES (CON RETROALIMENTACIÓN DISTRIBUIDA)**

•EN UN TIPO DE ARREGLO SE VARÍA LA REJILLA INTERNA DE FORMA NO UNIFORME.

- ESTO SE LOGRA AJUSTANDO EL PERÍODO DE LA REJILLA A 0
- EL ÍNDICE DE REFRACCIÓN MODAL  $\hat{n}$  A LO LARGO DE LA CAVIDAD.
- COMO SE OBSERVA EN LA ECUACIÓN:
- LA LONGITUD DE ONDA DE BRAGG EXPERIMENTA UNA AUTO VARIACIÓN A LO LARGO DE LA CAVIDAD.
- LA NO UNIFORMIDAD DE LA REJILLA DETERMINA QUE ESTE TIPO DE LASER SEA SINTONIZABLE SOBRE UN RANGO DE LONGITUDES DE ONDA, DADO QUE LA LONGITUD DE ONDA DEL LASER DEPENDE DE LA LONGITUD DE ONDA DE BRAGG.

### **IMPLEMENTACIÓN SIMPLIFICADA DE UNA IDEA BÁSICA**

- EL PERIODO DE LA REJILLA SE MANTIENE UNIFORME.
- SE DOBLA LA GUÍA DE ONDA PARA CAMBIAR EL MODO DE REFRACCIÓN EFECTIVO
- ESTE TIPO DE LASER MULTISECCIONES DFB PUEDE SINTONIZARSE SOBRE 5 A 6nm.
- MIENTRAS UN MODO ÚNICO LONGITUDINAL CON ELEVADA SUPRESIÓN DE MODOS LATERALES.

### **LASER MULTISECCIONES CON ARREGLOS DE REJILLA CON SUPER ESTRUCTURA EN LA SECCIÓN DBR (DEL LASER)**

- UNA REJILLA CON SUPER ESTRUCTURA CONSISTE EN UN ARREGLO DE REJILLAS UNIFORMES O NO UNIFORMES, SEPARADAS POR UNA DISTANCIA CONSTANTE.
- COMO RESULTADO SE INCREMENTA LA REFLECTIVIDAD DEL LASER PARA MÚLTIPLES LONGITUDES DE ONDAS.
  - EL RANGO DE SEPARACIÓN DE ESTAS LONGITUDES DE ONDA QUEDA DETERMINADA POR EL ESPACIO ENTRE CADA REJILLA INDIVIDUAL QUE FORMAN EL ARREGLO.
- ESTE TIPO DE LASER MULTISECCIONES DBR PUEDE SINTONIZARSE EN FORMA DISCRETA SOBRE UN RANGO DE LONGITUDES DE ONDA POR ENCIMA DE 100nm.
- CONTROLANDO LA CORRIENTE EN LA SECCIÓN DE CONTROL DE FASE, SE PUEDE REALIZAR UNA SINTONIZACIÓN CONTINUA SOBRE UN RANGO DE 40nm CON UNA REJILLA DE SUPER ESTRUCTURA
- ESTE TIPO DE LASER DBR DE SINTONIZACIÓN ANCHA ENCUENTRA APLICACIÓN EN LOS SISTEMAS ÓPTICOS.

## LASER DE EMISIÓN SUPERFICIAL CON CAVIDAD VERTICAL VCSEL

- LASER PARA OPERACIÓN **MONOMODO LONGITUDINAL**.
- PRESENTA LA VENTAJA DE POSEER UNA LONGITUD DE CAVIDAD, EXTREMÁDAMENTE CORTA DE APROX.  $1\mu\text{m}$ 
  - PARA LA CUAL LA SEPARACIÓN ENTRE LOS MODOS EXCEDE LA GANANCIA DE ANCHO DE BANDA.
- ESTOS LASERS EMITEN LUZ EN LA DIRECCIÓN NORMAL AL PLANO DE LA ZONA ACTIVA.
  - DE MANERA SIMILAR A COMO LO HACE EL LED DE EMISIÓN SUPERFICIAL.
- SE HACE CRECER EPTAXIÁLMENTE A AMBOS LADOS DE LA REGIÓN ACTIVA, DOS ESPEJOS DBR DE REFLECTIVIDAD MAYOR AL 99%, FORMANDO UNA MICROCAVIDAD. (VER FIGURA DEL LED DE EMISIÓN SUPERFICIAL)
  - REDUCIENDO EL DIÁMETRO DEL VCSEL A  $2\text{--}3\mu\text{m}$  SE LOGRA UNA OPERACIÓN **MONOMODO TRANSVERSAL**.
  - DEBIDO A SU BAJO COSTO, **VCSEL-LASERS** ENCUENTRAN APLICACIÓN EN REDES DE ÁREA LOCAL, A PESAR DE PRESENTAR UNA POTENCIA DE SALIDA Y UN ANCHO DE BANDA MÁS BAJO QUE LOS **LASERS DFB DE EMISIÓN DE BORDE**.
  - **ARREGLOS CON LASERS VCSEL**, DONDE CADA LASER OPERA A DIFERENTES LONGITUDES DE ONDA SON IDEALES PARA SISTEMAS ÓPTICOS MULTICANALES.

### EL LED EMISOR SUPERFICIAL

