

MODULACIÓN CON SEÑAL GRANDE ANÁLISIS DE PEQUEÑA SEÑAL.

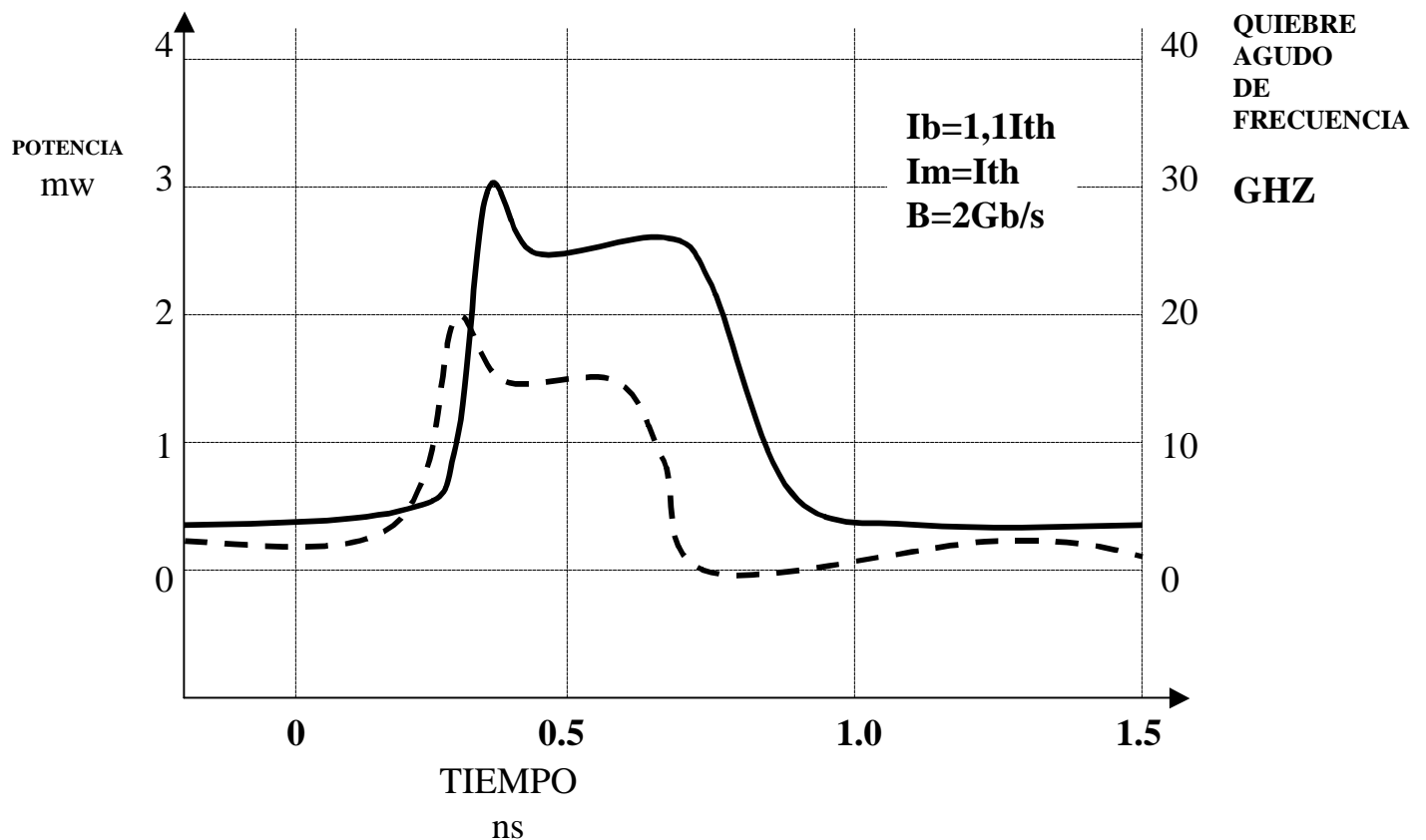
- NO SE APLICA EN SISTEMAS DONDE EL LASER SE POLARIZA CERCA DEL NIVEL UMBRAL.
- SE MODULA CON NIVELES POR ENCIMA DEL NIVEL UMBRAL

SOLUCIÓN DE LAS ECUACIONES DE LA VELOCIDAD DE VARIACIÓN

$$\frac{dP}{dt} = GP - R_{sp} - \frac{P}{\tau_p}; \quad \frac{dN}{dt} = \frac{I}{q} - \frac{N}{\tau_c} - GP$$

- EN EL CASO DEL LASER CON SEÑAL GRANDE SE RESUELVE NUMÉRICAMENTE

•**FIGURA:** RESPUESTA A LA MODULACIÓN PARA SEÑAL GRANDE CALCULADA EN UN LASER SEMICONDUCTOR PARA UN IMPULSO RECTANGULAR DE 500ps. LA CURVA DE TRAZO SÓLIDO MUESTRA LA FORMA DEL IMPULSO ÓPTICO EMITIDO. LA CURVA PUNTEADA MUESTRA EL QUIEBRE AGUDO DE FRECUENCIA QUE AFECTA AL IMPULSO DEBIDO A LOS CAMBIOS DEL ÍNDICE DE INDUCCIÓN DE PORTADORA ($\beta_c=5$)



•**LA FIGURA: MUESTRA COMO EJEMPLO :**

•**LA FORMA DEL IMPULSO ÓPTICO IRRADIADO PARA UN LASER POLARIZADO EN $I_b = 1,1I_{th}$ Y MODULADO EN 2Gb/s POR MEDIO DE IMPULSOS DE CORRIENTE RECTANGULARES DE DURACIÓN 500ps Y AMPLITUD $I_m = I_{th}$.**

•**EL IMPULSO ÓPTICO NO MUESTRA:**

- BORDES DELANTEROS Y POSTERIORES ABRUPTOS.
- DEBIDO AL ANCHO DE BANDA DE MODULACIÓN LIMITADA.**

•TIEMPO DE SUBIDA DE UNOS 100ps.

•TIEMPO DE CAIDA DE UNOS 300ps.

•**EL SOBRE NIVEL INICIAL CERCANO AL BORDE DELANTERO ES DEBIDO A LA PRESENCIA DE OSCILACIONES DE RELAJACIÓN.**

•**POR ESTA RAZÓN EL IMPULSO ÓPTICO NO ES UNA RÉPLICA EXACTA DEL IMPULSO ELÉCTRICO APLICADO.**

•**LAS DESVIACIONES DEL IMPULSO ÓPTICO SON SUFICIENTEMENTE PEQUEÑAS PARA QUE LOS LASERS SEMICONDUCTORES PUEDAN USARSE EN TRANSMISIÓN DE BITS POR ENCIMA DE LOS 10Gb/s.**

•**LA MODULACIÓN DE AMPLITUD EN LOS LASERS SEMICONDUCTORES ESTÁ ACOMPAÑADA DE MODULACIÓN EN FASE, CONTROLADA POR LA RELACIÓN:**

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{1}{2} \beta_c \left(G_N (N - N_0) - \frac{1}{\tau_p} \right)$$

•**UNA FASE VARIABLE EN EL TIEMPO ES EQUIVALENTE AL CAMBIO TRANSITORIO EN LA FRECUENCIA DEL MODO DE SU ESTADO ESTACIONARIO DE VALOR ν_0**

•ESTE TIPO DE IMPULSO SE DENOMINA IMPULSO CON QUIEBRE AGUDO.

•**EL QUIEBRE AGUDO DE FRECUENCIA $\delta_\nu(t)$ SE DETERMINA POR MEDIO DE LA RELACIÓN:**

$$\delta_\nu(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\phi}{dt} = \frac{1}{4\pi} \beta_c \left(G_N (N - N_0) - \frac{1}{\tau_p} \right)$$

•**LA CURVA PUNTEADA EN LA FIGURA MUESTRA EL QUIEBRE AGUDO DE FRECUENCIA $\delta_v(t)$ A LO LARGO DEL IMPULSO ÓPTICO.**

•**LA FRECUENCIA MODAL CAMBIA:**

•**HACIA LA REGIÓN ESPECTRAL DEL AZUL EN EL BORDE DELANTERO DEL IMPULSO ÓPTICO.**

•**HACIA LA REGIÓN ESPECTRAL DEL ROJO EN EL BORDE POSTERIOR DEL IMPULSO ÓPTICO.**

•**ESTE CAMBIO DE FRECUENCIA IMPLICA QUE:**

•**EL IMPULSO ESPECTRAL ES CONSIDERÁBLEMENTE MÁS ANCHO QUE EL ESPERADO EN AUSENCIA DEL QUIEBRE AGUDO DE FRECUENCIA.**

•**EL QUIEBRE AGUDO DE FRECUENCIA LIMITA EL RENDIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICOS.**

•**ESPECIALMENTE, CUANDO:**

$$\beta_2 C > 0$$

• β_2 = PARÁMETRO DE DISPERSIÓN.

• C = PARÁMETRO DE QUIEBRE AGUDO.

•**SISTEMAS ÓPTICOS EN 1,55 μ m PARA DISTANCIAS DE TRANSMISIÓN DE 80 A 100km:**

•**PRESENTAN UN LÍMITE DE VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE BITS POR DEBAJO DE: 2Gb/s.**

•**DEBIDO A LA FRECUENCIA DE QUIEBRE AGUDO, USANDO FIBRA ÓPTICA CONVENCIONAL CON: $\beta_2 \approx -20\text{ps}^2 / \text{Km}$**

•**SE LOGRA UNA ALTA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE BITS SOLO OPERANDO EL SISTEMA CERCA DE LA LONGITUD DE ONDA DE DISPERSIÓN CERO.**

•**EN ESTA REGIÓN SE LOGRA DISMINUIR EL EFECTO DEL QUIEBRE AGUDO DE FRECUENCIA.**

MÉTODOS PARA REDUCIR EL EFECTO DEL QUIEBRE AGUDO DE FRECUENCIA

•**DADO QUE ESTE EFECTO ES UNA LIMITANTE DE OPERACIÓN EN LA REGIÓN DE 1,55 μ m PARA LOS SISTEMAS ÓPTICOS.**

MÉTODO 1

•**ADAPTACIÓN CUIDADOSA DE LA FORMA DE LA CORRIENTE DE IMPULSO APLICADA.**

MÉTODO 2

- A TRAVÉS DE UN CONTROL DE INYECCIÓN.

MÉTODO 3

- POR MEDIO DE LASERS CON CAVIDADES ACOPLADAS.

MÉTODO 4

- LASER C³ REDUCEN EL QUIEBRE AGUDO DE FRECUENCIA EN EL FACTOR 2.

MÉTODO 5

- ACOPLANDO UN LASER SEMICONDUCTOR A UN REFLECTOR **BRAGG EXTERNO**. SE LOGRA UNA ELEVADA REDUCCIÓN DEL QUIEBRE AGUDO DE FRECUENCIA.

MÉTODO 6

- DISEÑANDO UN LASER SEMICONDUCTOR CON PEQUEÑO VALOR DE β_c (FACTOR DE INCREMENTO DE LA ANCHURA DE LÍNEA).
 - USANDO UN DISEÑO DE MULTIPOZOS CUÁNTICOS SE LOGRA REDUCIR β_c CERCA DEL FACTOR 2.
 - CON LASERS DE MULTIPOZOS CUÁNTICOS CON DEFORMACIÓN CONTROLADA SE LOGRA UNA MAYOR REDUCCIÓN DE $\beta_c = 1$
 - ESTOS LASERS MUESTRAN UN BAJO QUIEBRE DE FRECUENCIA BAJO MODULACIÓN DIRECTA

MÉTODO 7

- EL QUIEBRE AGUDO DE FRECUENCIA RESULTANTE DE LA **MODULACIÓN DE CORRIENTE** SE PUEDE EVITAR SI:
 - SE MANTIENE AL LASER EN OPERACIÓN CONTINUA.
 - UN **MODULADOR EXTERNO SE USA**, PARA MODULAR LA SALIDA DEL LASER.

LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES DE SOLITON

- REQUIEREN LASERS QUE GENEREN UN **IMPULSO ÓPTICO CORTO**:
 - ANCHURA=10ps**
 - PARA UNA VELOCIDAD DE REPETICIÓN IGUAL A LA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE BITS.
 - UN MODULADOR EXTERNO O INTEGRADO **CONVIERTE EL TREN DE PULSOS PERIÓDICO EN UNA SEÑAL DE FORMATO “RZ”**.

TÉCNICAS PARA GENERAR UN IMPULSO ÓPTICO EN EL LASER

- INTERRUPCIÓN DE GANANCIA.
- CONTROL DE MODO
- USAR LASER PARA FIBRA DE CONTROL DE MODO.