

UTILIZACION DEL LASER PARA COMUNICACIONES

Por:

PROF. LUIS BENDITO

Hasta hace muy poco, el LASER no era más que una brillante especulación científica. Hoy se han descubierto métodos muy precisos para la regulación de este amplificador atómico y se presume que muy pronto se hallará el medio de emplear su delgado haz luminoso para transportar inteligencia.

Conceptualmente el LASER es un oscilador que trabaja en frecuencias más elevadas que las más cortas microondas; es decir, en frecuencias ópticas. La obtención de energía no se lleva a cabo mediante un haz electrónico, como sucede en los osciladores convencionales a tubos, sino que estimula la emisión de energía acumulada en el propio átomo. Precisamente, la palabra LASER es una abreviatura de "Ligth Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Amplificación de la luz por emisión estimulada de una radiación).

Actualmente se conocen cuatro tipos de LASER: de cristal, de gas, de líquido y semiconductor. Cada uno de ellos resulta particularmente apto para un determinado uso. Un LASER de cristal de rubí (óxido de aluminio con adición de plomo) puede funcionar por impulsos, suministrando una elevada salida, del orden de los megawatios; sin embargo, los LASER de gas y los más modernos de líquido entregan una potencia que no excede en ningún caso de las decenas de watios. En cambio tienen la ventaja doble de ser los más idóneos para un funcionamiento prolongado y trabajan en una frecuencia fija.

También se están investigando los diodos LASER que se espera desplacen en múltiples aplicaciones a los modernos diodos túnel, ya que presentan una mayor eficiencia que éstos.

La cualidad más apreciada del LASER es la de producir luz coherente, facultad esta que abre un camino al ingeniero de comunicaciones que busca constantemente nuevas vías para la transmisión de señales, debido a que el espectro utilizado cada vez se dilata más.

Comunicación mediante la Luz.

No es ninguna novedad que el hombre emplee la luz para comunicarse a distancia. Se dice, que en los primeros tiempos de nuestra era se utilizaban antorchas, que mediante apariciones y desapariciones adecuadas en un determinado punto, actuaban como verdaderos teléfonos. No es tampoco desconocido el hecho de emplear el heliógrafo como método más depurado de comunicación de siglos posteriores.

A finales del siglo XIX, Bell transmitía señales de audio mediante luz, pero a muy corta distancia. Se observa pues, que el hombre desde siempre ha utilizado la luz como medio de comunicación, pero nunca hasta ahora se ha empleado "luz coherente". Valdrá la pena entonces, explicar sucintamente este concepto. Cuando se arroja un puñado de piedrecitas sobre el agua de un lago, se producen infinidad de ondas en la superficie en completo desorden y con gran variedad de frecuencias que constituyen un conjunto de "ondas incoherentes".

El LASER genera una luz perfectamente coherente que posee alta estabilidad y una gran exactitud de frecuencia, con ondas que marchan exactamente en fase entre si. Las "ondas coherentes" podrían compararse a las que se forman en un lago cuando se arroja una sola piedrecita o las ondas acústicas que produce una formación de soldados desfilando. Entonces, del mismo modo que cuando un soldado pierde el paso "perturba" la formación y puede volverse a recuperar la uniformidad mediante una adecuada rectificación, también a un LASER se le puede perturbar (modular) en un punto y recuperar la coherencia (demodular) en un punto distinto.

Además de tener el haz emanado del LASER una excelente coherencia, posee también la ventaja de quedar en paralelo exacto con la parte frontal del LASER, siendo el ensanche del haz emitido prácticamente despreciable; sin embargo en la atmósfera terrestre el rayo estará muy sujeto a posibles debilitamientos e incluso desvanecimientos por scattering y absorción, problemas estos bastante difíciles de resolver.

La región central del espectro de frecuencias visible, se encuentra en los 10^9 Mc/s. Como el ancho de banda disponible aumenta en relación directa con la frecuencia, en el espectro luminoso se dispone de una inmensa gama útil. Actualmente se encuentran en vías de desarrollo diversos moduladores LASER para 1000 Mc/s. e incluso de mayor capacidad. Aun con los métodos actuales, se presume que podrían conseguirse mediante una comunicación por LASER alrededor de unas 100.000 conversaciones simultáneas.

Excitación de un Atomo.

Las propiedades del LASER en cuanto a su acción lumínica se refiere tienen su origen en la teoría atómica de los electrones y fotones.

En el modelo atómico de Bhor, los electrones giran en sus órbitas alrededor del núcleo manteniéndose en un estado estable que constituye un nivel de energía. Cuando un electrón es excitado por un agente externo, puede pasar a una órbita más elevada, aumentando de este modo la energía del átomo, ya que como se sabe por Mecánica Cuántica, la energía absorbida por el átomo viene dada por:

$$E = h \cdot \nu$$

Siendo h la constante de Plank y ν la frecuencia de la señal. En el LASER, el incremento de energía por este procedimiento se denomina "bombeo".

Los átomos excitados tienden a volver a su estado normal de reposo. A medida que se produce el retorno, la energía acumulada es devuelta por medio de la emisión de un fotón. Cuando no se controla este regreso, la emisión fotónica se

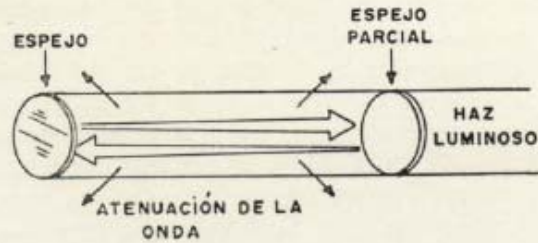
realiza de una forma errática y por lo tanto incoherente. Sin embargo, mientras los átomos están excitados se pueden estimular haciéndolos volver al nivel normal bombeándolos con un fotón externo del mismo grado de energía que habrían emitido de forma espontánea. De esta forma, el retorno deja de ser desordenado y los fotones generados del LASER lo hacen en forma coherente.

La acción del LASER tiene otra notable característica que ocurre cuando un fotón emitido choca contra otro átomo excitado, dentro del dispositivo. Al descender este átomo a su estado normal se agrega otro fotón a la emisión, en fase exactamente con el anterior, lo cual produce amplificación.

Se han desarrollado varios métodos para mejorar el rendimiento del LASER. Existe el "método de tres niveles" que consiste en bombear los átomos directamente desde el nivel normal hasta un tercer nivel, pasando por alto el segundo. En el nivel más alto los átomos quedan francamente inestables regresando por tanto rápidamente al segundo nivel, donde tienden a acumularse en grandes cantidades debido a la naturaleza del material activo del LASER, quedando susceptibles al estímulo externo. La acción del LASER aumenta al refrigerar el material, bajándolo hasta la temperatura del nitrógeno líquido (-200°C). Este procedimiento suele emplearse con los LASER a cristal, sobre todo los de rubí.

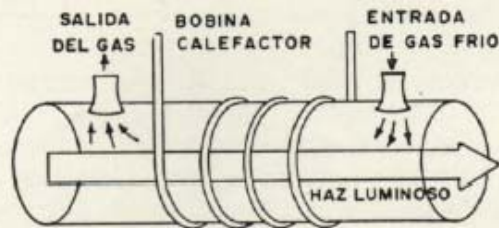
Amplificación de la Onda.

Mientras los fotones circulan por el tubo LASER chocando con los átomos más excitados, las ondas luminosas se van amplificando. Estas ondas se reflejan una y otra vez en los dos espejos que se han colocado al efecto dentro del tubo, uno de los cuales tiene una ligera transparencia, como se observa en la figura 1. El LASER, que forma una verdadera cavidad resonante para las frecuencias luminosas, genera ondas estacionarias que contiúan multiplicándose en cada recorrido por la cavidad. Cuando la ganancia alcanza el valor deseado, es emitido un intenso haz de luz por el espejo transparente. Por las paredes laterales del tubo salen todas las ondas que no son exactamente perpendiculares a los espejos y por lo tanto, indeseables. La coherencia de la luz del LASER permite



fabricar lentes ópticos de alta eficiencia, que permiten un enfoque del haz con gran exactitud. De este modo, el haz se puede concentrar en un punto tan pequeño como la longitud de onda de la luz; es decir de 0,0001 cm aproximadamente. Como consecuencia de ello, en el punto focal se obtiene una gran elevación de temperatura que hace al LASER muy utilizable para microsoldadura y para realizar cortes de alta precisión en los metales. También puede utilizarse para realizar operaciones de la vista, en las cuales se requiere gran precisión.

Para conseguir aplicar el LASER a las comunicaciones se han propuesto diversas líneas tubulares de transmisión, como la fibra óptica por ejemplo, que están formadas por conductores huecos muy bien pulimentados en su interior y que tienen colocadas lentes a intervalos uniformes para dirigir el rayo en un estrecho pincel. De este tipo de líneas, la más interesante es la que emplea una lente gaseosa y un dibujo esquematizado se encuentra representado en la figura 2. En el



tubo conducto se inyecta un chorro constante de gas frío. Cerca de la superficie del tubo, el gas se calienta por la acción de la espiral térmica externa, adquiriendo mayor densidad que el gas frío que circula por el centro del tubo. Esta diferencia de temperaturas en realidad se traduce en un índice

de refracción variable que hace que el gas se comporte como una verdadera lente para el paso del rayo luminoso. El rayo LASER experimenta una ligera divergencia que desde el punto de vista teórico es ventajosa para mantener concentrada la energía a enormes distancias, pero que se convierte en un problema serio a la hora de la alineación entre antenas a lo largo del trayecto. Por el momento, con los conocimientos actuales de teoría y práctica de LASER, se cree que la contribución más importante de este magnífico dispositivo al campo de las comunicaciones pueda ser para la exploración espacial, donde ya no hay el peligro del sottering debido a la ausencia completa de partículas en esas regiones estratosféricas. Los enlaces ópticos entre estaciones terrestres y vehículos espaciales de posición conocida, tales como satélites artificiales, pueden ser posibles mediante rayos LASER, sin embargo el seguimiento o rastreo de artefactos que se encuentran en posiciones desconocidas ya es difícil dado lo estrecho del rayo.

La carrera vertiginosa que están desarrollando casi todos los países para conseguir armas cada vez más perfectas, quizás tenga como única ventaja el notable desarrollo que experimentan las técnicas de ingeniería especialmente la de comunicaciones. En el momento actual se están experimentando sistemas de radar por LASER y parece que se ha obtenido con ellos una mayor resolución que con el radar que emplea frecuencias de microondas, lo cual ha sugerido su utilización para conseguir un sistema de control de disparo que servirá para que los aviones en vuelo a poca altura puedan discriminar bien los objetos que no pueden distinguirse con claridad en la pantalla de radar actual.

Los elementos fundamentales de que consta un sistema de transmisión por LASER son los mismos que los de cualquier sistema normal de radiocomunicaciones; es decir, la inteligencia a transmitirse se amplifica, a continuación entra en el paso modulador y es expedida. Por su parte el extremo receptor la captará, amplificará, demodulará y así se conseguirá de nuevo la forma de señal que se transmitió, pero a mucha distancia del extremo transmisor. Los amplificadores a utilizar serán desde luego parámetros pero no muy distintos de los ya utilizados en los sistemas de microondas acompañados de tubos de onda progresiva.