

El futuro de las armas de energía dirigida

Autor: D. Óscar Rubio Gutiérrez,
OT ARM, SDG PLATIN

Palabras clave: DEW (*Directed Energy Weapons*), armas láser, HPM (*High Power Microwave*).

Líneas I+D+i ETID relacionadas: 1.3.1, 1.3.2.

Introducción

En la actualidad, los esfuerzos para el desarrollo de armas de energía están en pleno apogeo y han sido objeto de una importante evolución en los últimos años, principalmente, porque la

no militares que hacen uso de energía dirigida como puede ser el empleo de láseres para aplicaciones industriales. Pero el empleo de la energía dirigida como arma tampoco es un concepto nuevo y el primer antecedente documentado de energía dirigida, con fines bélicos es el uso de espejos para redirigir la energía del sol hacia las velas de buques romanos que atacaban Siracusa en el 212 A.C. La innovación de los últimos años reside principalmente en la capacidad de transmisión y concentración de alta potencia, lo que permite aplicar una gran cantidad de energía en un espacio muy pequeño con lo que los efectos se multiplican.

Estos avances tecnológicos no solo tienen aplicación en el sector de

física por sobrecalentamiento de los materiales, los sistemas basados en energía de RF afectan principalmente a los componentes electrónicos; en concreto, los semiconductores son los más vulnerables (microchips, transistores, amplificadores de estado sólido, etc.). La utilización cada vez más extendida de estos dispositivos y el constante incremento de la complejidad de los circuitos ha ocasionado que los sistemas electrónicos actuales sean muy susceptibles al ataque con energía dirigida de RF. No obstante, aún son desconocidas todas sus posibilidades y probablemente en el futuro surjan nuevas aplicaciones a partir de efectos aún no identificados. La tecnología de haces de partículas se muestra bastante



Figura 1. Concepto de sistema de defensa antimisil de energía dirigida basada en satélites. (Fuente: *Directed Energy Futures 2060*. Office of the U.S. Air Force's Chief Scientist)

tecnología en este campo ha alcanzado un alto nivel de madurez y un rendimiento significativo. Sus ventajas son indiscutibles, ya que permiten tiempos de respuesta muy cortos, escalabilidad de efectos, no letalidad inclusive, y costes de operación muy reducidos en comparación con un arma de tecnología convencional que emplea materiales energéticos.

El empleo de la energía dirigida no es en absoluto un concepto nuevo. Por ejemplo, un designador láser o un radar son unos sistemas de energía dirigida de baja potencia; a su vez, también hay multitud de aplicaciones

defensa, sino también en otros ámbitos. Sirva de ejemplo el transporte de potencia a través de haces de energía dirigida entre diferentes localizaciones, lo que permitirá, entre otros, el suministro de energía a zonas inaccesibles.

Las tecnologías de energía dirigida pueden estar basadas en láser, en ondas electromagnéticas de radiofrecuencia (RF) (1) y en haces de partículas, que son la proyección de partículas aceleradas cargadas eléctricamente o no.

Mientras que los sistemas basados en láser tienen capacidad de destrucción

prometedora, aunque ha sido escasamente investigada hasta la fecha. Con esta tecnología se pueden conseguir efectos similares a las ondas de microondas de alta potencia, pero con mucha más capacidad de destrucción, además de otros efectos añadidos, como la degradación del material por radiación.

Uno de los escenarios de aplicación de más relevancia y prometedor es el de defensa antiáerea. Ya se han desarrollado muchos sistemas para neutralizar amenazas aéreas, tanto sistemas de láseres tácticos para neutralizar amenazas como drones

(C-RPAS) y pequeñas embarcaciones, como cohetes y proyectiles de artillería o mortero (C-RAM). Ejemplos de ello es el sistema norteamericano C-RPAS *Leonidas*, que consiste en una matriz de emisores de ondas de alta potencia basados en nitruro de galio (GaN) en la banda de microondas, o el nuevo sistema *Iron Beam* que Israel espera desplegar próximamente y que emplea energía láser de decenas de kW para derribar proyectiles, cohetes y misiles en complemento al ya conocido sistema basado en misiles interceptores *Iron Dome*.

En este mismo ámbito, el impulso tecnológico se orienta a evolucionar estas tecnologías para desarrollar sistemas de defensa aérea antimisil, capaces verdaderamente de generar un escudo antimisiles, tanto frente a misiles balísticos como a las amenazas emergentes de vehículos hipersónicos. Esta aproximación requiere desarrollar nuevos conceptos que probablemente incorporarán infraestructuras de armas de energía dirigida, embarcadas en plataformas espaciales que podrán aportar la capacidad de neutralización de estas amenazas en su fase ascendente, complementaria a los sistemas de alerta temprana y, por supuesto, a los sistemas actuales basados en misiles interceptores.

Las áreas tecnológicas clave para el desarrollo de estos sistemas son: la fuente de energía principal, la conversión a energía dirigida, la antena para la emisión de la energía, el sistema de apuntamiento, de adquisición y seguimiento de objetivos y, en el caso del láser, la minimización del impacto de las perturbaciones atmosféricas.

En este contexto, en las próximas décadas, los avances en la miniaturización

serán vitales para estas nuevas aplicaciones y se espera que los sistemas de energía dirigida puedan alcanzar potencias del orden del gigawatio. Los sistemas de energía láser llegarán a una precisión de nanoradián y contarán con tecnología óptica mejorada que permita compensar las distorsiones atmosféricas.

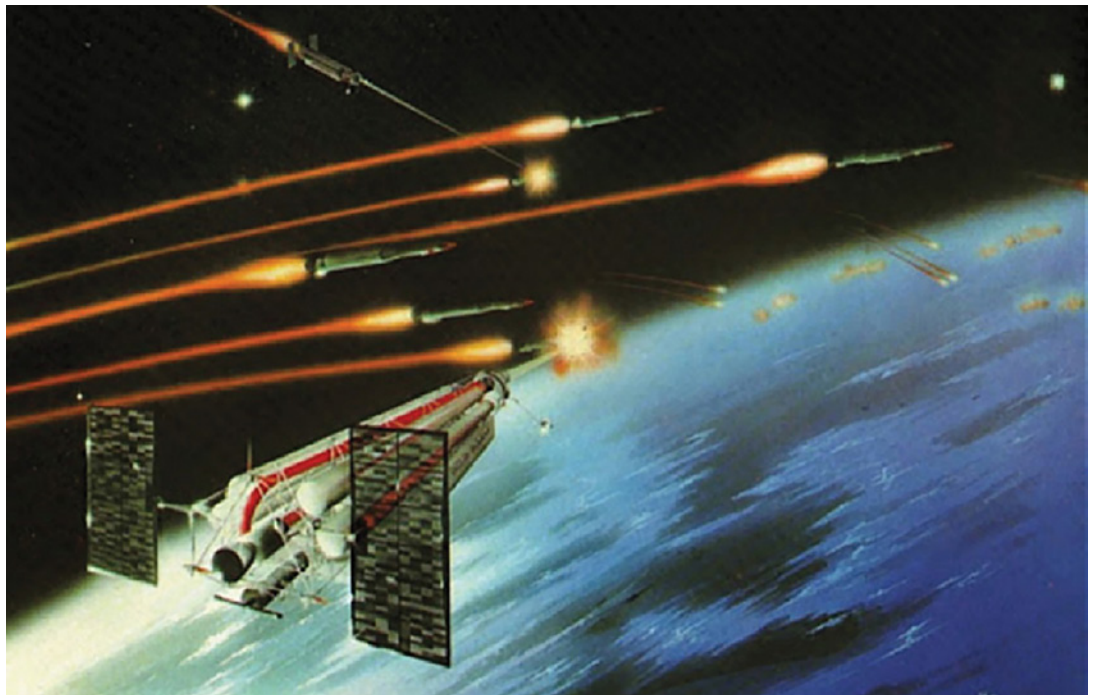


Figura 2. Concepto de sistema de armas de haces de partículas orbital. (Fuente: Los Alamos National Laboratory via Aerospace Projects Review)

Por su parte, las tecnologías clave para el desarrollo de los sistemas de energía dirigida de RF son las relacionadas con los dispositivos electrónicos para la generación de señales de radiofrecuencia de alta potencia (osciladores, amplificadores, moduladores, etc.). Estos dispositivos se pueden agrupar en dos familias tecnológicas:

- Tubos/válvulas de vacío: Los dispositivos basados en esta tecnología son los que pueden generar mayores niveles de potencia de RF. Los futuros sistemas de energía dirigida de RF podrían estar basados en la evolución de los dispositivos de vacío actuales (Klystron, Reltrons, magnetrones, TWT, etc.) o en nuevos dispositivos como el *Virtual Cathode Oscillator* (VIRCATOR) o

Magnetically Insulated Line Oscillator (MILO).

- Estado sólido (semiconductores): El material semiconductor con mayor potencial futuro para aplicaciones de alta potencia de RF es el nitruro de galio (GaN), con el que se espera fabricar dispositivos que

suministren hasta cien veces más potencia que los dispositivos de arseniuro de galio (GaAs).

Otras tecnologías que jugarán un papel determinante son las relacionadas con la generación de los altos niveles de voltaje necesarios para el funcionamiento de estos dispositivos (por ejemplo, generadores Marx), así como las relacionadas con la generación y emisión de pulsos de RF de elevado ancho de banda o UWB (por ejemplo, antenas).

(1) Debido a que las principales aplicaciones de los sistemas basados en energía de radiofrecuencia se producirán previsiblemente en el rango de frecuencias de microondas, estos sistemas también son conocidos con el nombre de *High Power Microwaves* (HPM).