

Anti-Iniciativa de Defensa Estrategica

GUILLERMO VELARDE
Coronel I.A., Catedrático de Física Nuclear

SISTEMA ANTI-SDI

En la primera y segunda parte, se analizaron los diversos sistemas de la SDI. De este análisis se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Las barreras de la SDI situadas sobre la URSS son más eficaces que las situadas sobre los EUA, es decir, es más eficaz evitar que el misil balístico soviético salga del espacio situado sobre la URSS, que evitar que una vez que haya desplegado sus cabezas nucleares alcance sus objetivos sobre los EUA. En otras palabras, la probabilidad de que un misil balístico soviético sea destruido, alcanza los mayores valores durante las fases

de propulsión y balística bus, o sea, desde su lanzamiento hasta que comienza el despliegue de sus cabezas nucleares.

- El C³I de los EUA se apoya en una extensa red de satélites de aviso previo, reconocimiento, vigilancia, etc.

- Excepto los láseres ópticos situados en tierra, los restantes sistemas de armas de la SDI están situados a bordo de satélites.

Ello explica que los esfuerzos que está realizando la URSS para neutralizar la SDI, estén dirigidos a mejorar las actuaciones de sus misiles balísticos durante las fases de propulsión y balística bus, a destruir los satélites

de apoyo al C³I y portadores de sistemas de armas, y a perturbar los sistemas electrónicos y las comunicaciones terrestres del C³I.

Como consecuencia de lo indicado anteriormente, el sistema ANTI-SDI soviético se basa en el desarrollo de los tres proyectos siguientes:

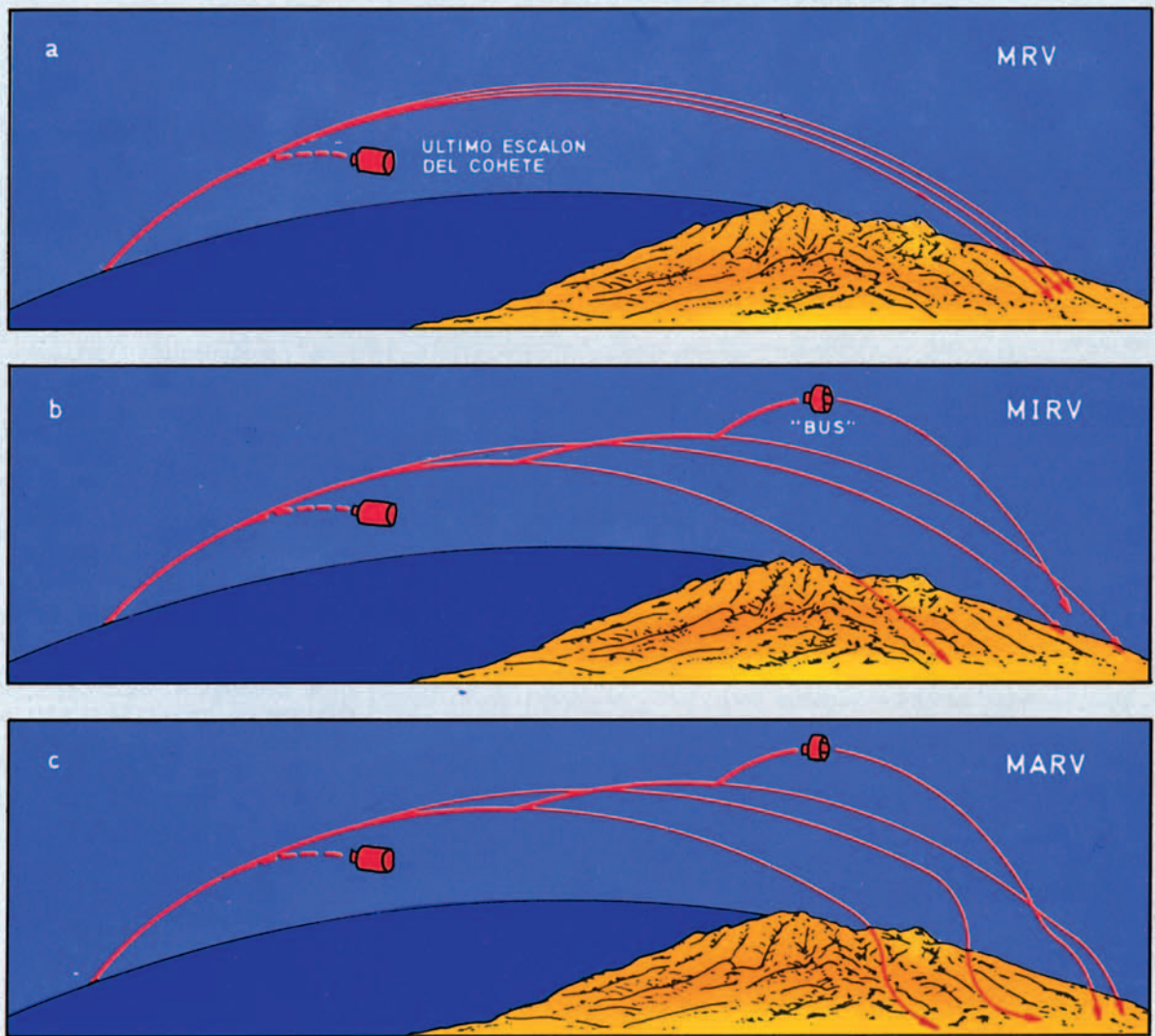
- Incrementar las actuaciones de sus misiles balísticos.
- Sistema antisatélite (ASAT).
- Neutralizar las comunicaciones.

En los EUA se ha levantado una gran polémica sobre cual pueda ser el procedimiento más eficaz, si desplegar la SDI, si desarrollar un sistema ANTI-SDI, o mantener las cosas como están, basadas en el temor de una

PRUEBAS ASAT DE LA URSS

Prueba	Satélite blanco				Satélite ASAT				Resultado
	Cosmos	Fecha de lanzamiento	Inclinación de la órbita (grados)	Perigeo/apogeo (km)	Cosmos	Fecha de lanzamiento	Inclinación de la órbita (grados)	Perigeo/apogeo (km)	
1	248	19-10-68	62	475/543	249	20-10-68	62	493/2157	fracaso
2	-	-	-	-	252	01-11-68	62	521/2149	éxito
3	373	20-10-70	63	472/544	374	23-10-70	63	521/2141	fracaso
4	-	-	-	-	375	23-10-70	63	528/2098	éxito
5	394	09-02-71	66	527/614	397	25-02-71	66	574/2202	éxito
6	400	18-03-71	66	983/1006	404	04-04-71	66	802/1010	éxito
7	459	29-11-71	66	224/260	462	03-12-71	66	230/1800	éxito
8	803	12-02-76	66	554/618	804	16-02-76	66	556/615	éxito
9	-	-	-	-	814	13-04-76	65	118/480	éxito
10	839	09-07-76	66	984/2098	843	21-07-76	65	132/246	fracaso
11	880	09-12-76	66	560/617	886	27-12-76	66	590/2296	fracaso
12	909	19-05-77	66	990/2109	910	23-04-77	66	300/1774	fracaso
13	-	-	-	-	918	17-06-77	65	128/243	éxito
14	959	21-10-77	66	145/850	961	26-10-77	66	125/302	éxito
15	965	13-12-77	66	973/1013	970	21-12-77	65	144/854	éxito
16	-	-	-	-	1009	19-05-78	66	996/1364	fracaso
17	1171	03-04-80	66	947/1033	1174	18-04-80	66	362/1025	fracaso
18	1241	21-01-81	66	977/1011	1243	21-02-81	66	303/1026	éxito
19	-	-	-	-	1258	14-03-81	66	303/1026	éxito
20	1375	06-06-82	66	981/1011	1379	18-06-82	65	144/546	fracaso

Tabla 1



SISTEMA EMPLEADO EN EL DESPRENDIMIENTO Y DURANTE EL VUELO DE LAS CABEZAS NUCLEARES DE UN MISIL

Figura 1

guerra nuclear total con una *Destrución Mutua Segura* (MAD). La Administración Reagan, y en particular la SDIO considera que los mayores esfuerzos deben realizarse en la SDI, sin olvidar el ir mejorando las actuaciones de sus misiles balísticos y de los sistemas ASAT. La Unión de Científicos Preocupados por la SDI (UCS), que tiene como miembros a eminentes científicos, y entre ellos a 54 Premios Nóbel, considera, que teniendo en cuenta que la eficacia de las barreras de la SDI será probablemente muy inferior a lo establecido por la SDIO, y con un coste próximo al billón de dólares, debería invertirse

gran parte de esta suma para que la comunidad mundial, incluida la soviética, tome conocimiento de los graves riesgos de una guerra nuclear y del desequilibrio que se produciría con el despliegue de la SDI, y presione a sus políticos para que puedan llegar a un acuerdo eficaz sobre el desarme nuclear. Sus argumentos son análogos a los de los grupos pacifistas internacionales, pero basados en unos razonamientos científicos coherentes con la calidad de sus miembros.

Todo parece indicar, que la URSS dedicará grandes esfuerzos a desarrollar un sistema ANTI-SDI eficaz y una SDI algo más modesta que la

americana, debido principalmente a su atraso en el campo de la microelectrónica, y en particular a no disponer de grandes computadores vectoriales del tipo del Fujitsu VP-2000 japonés o del CRAY X-MP americano. Actualmente han obtenido importantes éxitos con su sistema ASAT y en la neutralización de las comunicaciones mediante la producción de potentes pulsos electromagnéticos (EMP). Sus futuros misiles SS-24 y 25 de combustible sólido y con un radio del cep de unos 100 m los sitúa a la altura de los MX y MIDGET americanos.

SATELITE	ALTURA (KM)	INCLINACION ORBITAL	TIPO DE SATELITE
Reconocimiento Fotográfico			
Big Bird	180-290	97°	A
KH-11	240-530	97°	A
Cosmos	180-350	62°, 72°, 80°, 67°	B
Electrónico			
EUA	480	97°	A
Cosmos	500	74°	B
	650	82°	B
Vigilancia oceánica			
EUA	1.100	63°	B
Cosmos	250	65°	B
Aviso previo			
EUA	36.000	0°	C
Cosmos	688 x 39.000	63°	D
Detección de explosiones nucleares			
EUA	110.000	35°	E
Meteorológico			
EUA	36.000	0°	C
Meteor	900	81°	B
Comunicaciones			
EUA, SDS DSCS	250 x 39.000	64°	D
EUA, FLTSATCOM	36.000	0°	C
Molniya	440 x 40.000	63°	D
Cosmos	1.400	74°	B
Navegación			
EUA	20.000	64°	B
Cosmos	1.000	83°	B

Tabla 2

INCREMENTO DE LAS ACTUACIONES DE LOS MISILES BALISTICOS DE LA URSS

Tanto los EUA como la URSS continúan mejorando las actuaciones de sus respectivos arsenales nucleares, independientemente de que en un futuro próximo se despliegue el SDI o el ANTI-SDI, tal como sucede con los ICBM del tipo MX y MIDGET o los SS-24 y 25. Las principales mejoras que se pretende introducir son:

- Lanzamiento simultáneo de misiles balísticos con cabezas nucleares y el de otros misiles obsoletos, dados de baja como ICBM, y sin carga útil, tales como los SS-9. De este modo, los intensos flujos de rayos infrarrojos emitidos por los gases calientes de los cohetes de los diversos misiles, perturbarían la información recibida por los satélites de aviso previo.

- Protección del misil contra la acción de los láseres, de los haces de partículas y de los proyectiles.

- Lanzamiento de señuelos, generalmente de forma análoga a las cabezas nucleares y con una superficie exterior metalizada para confundir la imagen de los radares, véase figura 1 del artículo Actuación, Sistemas de Armas y Presupuesto. Estos señuelos están formados por globos que se almacenan desinflados en el bus, y que se inflan al desplegarse. Pueden almacenarse hasta unos 100 por cada cabeza nuclear, lo que supone desplegar unas 1000 cabezas nucleares y señuelos en cada uno de los recientes ICBM y SLBM soviéticos.

- Reducir el tiempo de propulsión y balístico bus, que es cuando hay mayores probabilidades de destruir el misil, véase figura 2 del artículo Resumen y Descripción General. El futuro MX americano tiene un tiempo de propulsión de 180 segundos, análogo al soviético SS-24. En un futuro más lejano, se pretende reducir el tiempo de propulsión de estos misiles a unos 60 segundos, durante los cuales alcanzarán una altura de unos 90 km, es decir, la propulsión se realizará totalmente dentro de la atmósfera. Además, se pretende que al final de la propulsión comience el despliegue de sus cabezas. De este modo, desaparecerán las fases de propulsión exoatmosférica y balística bus, y como consecuencia la eficacia de la segunda y tercera barrera de la SDI será nula.

En el caso de los MX y SS-24 me-

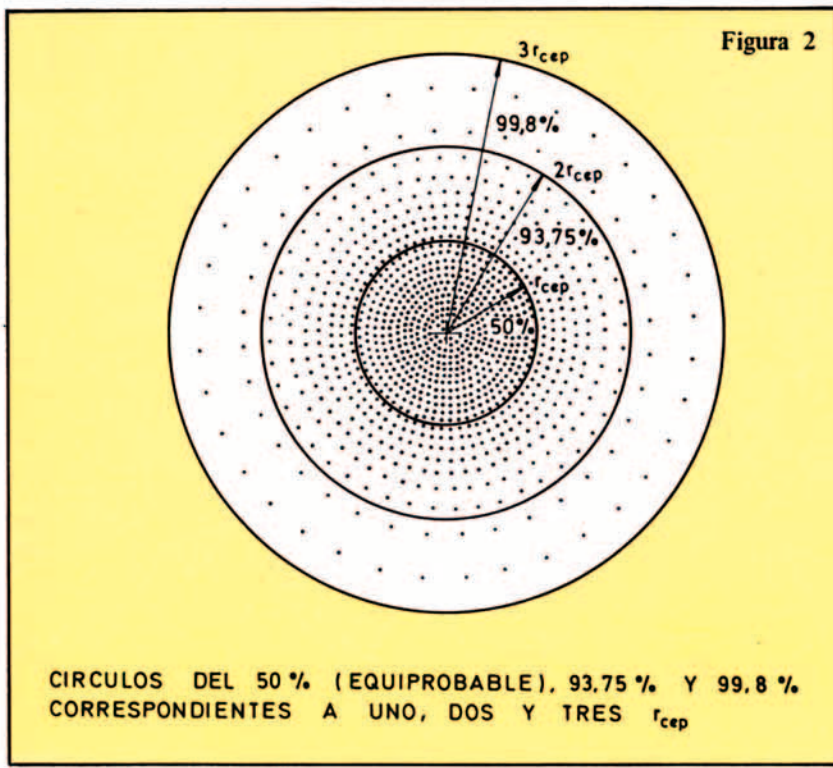
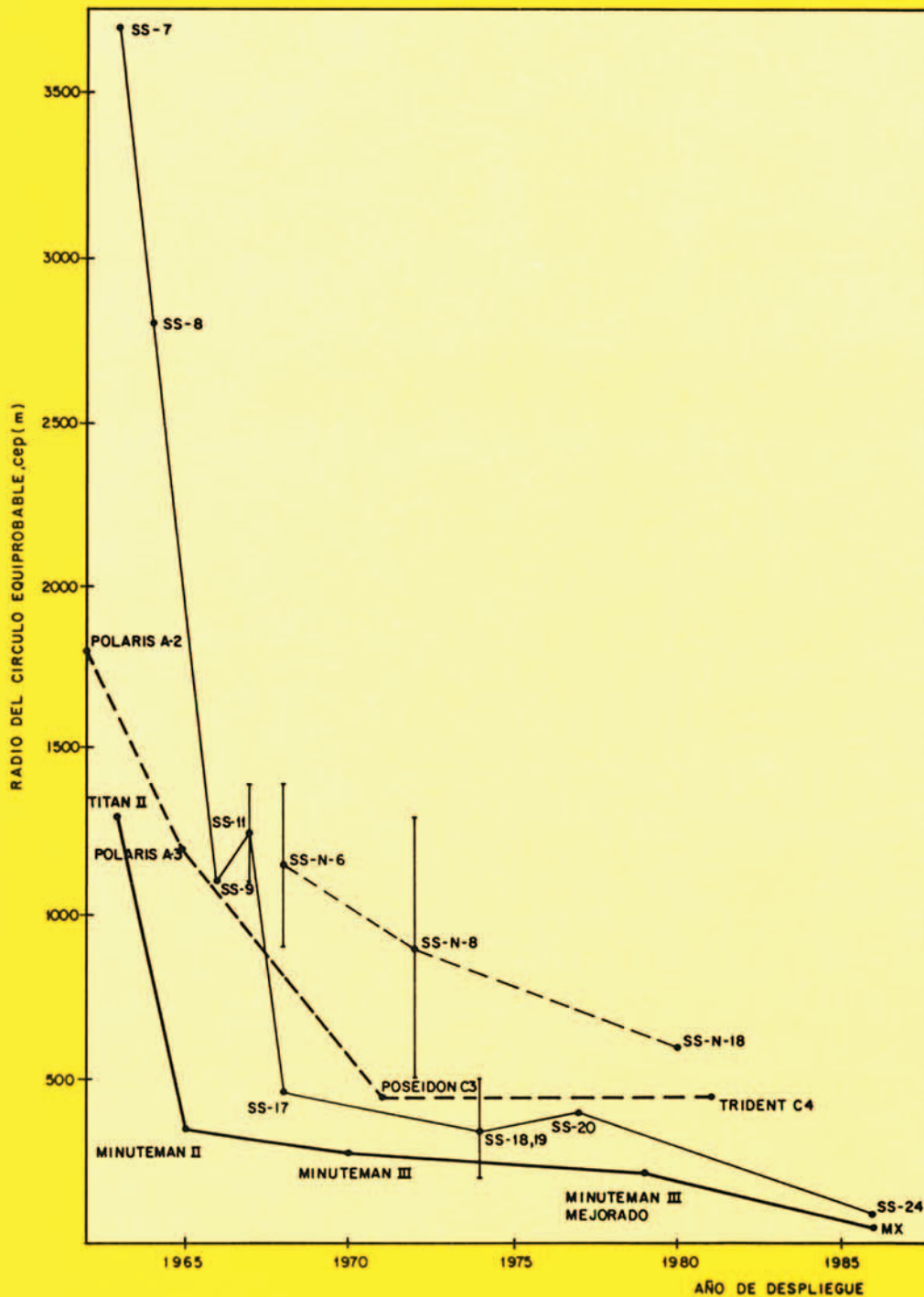


Figura 3



porados, con tiempos de propulsión de 60 segundos, la eficacia de las tres barreras que quedarían (la primera, cuarta y quinta), es decir, la probabilidad de que el misil fuese destruido al atravesar estas tres barreras se reduciría al 78 %, en vez del 99.2 por ciento obtenido en el artículo Resumen y descripción general para los misiles soviéticos actuales SS-18 y 19.

- Sustituir el sistema actual de cabezas MIRV por el MARV, por lo cual, en vez de emplear misiles con despliegue secuencial de múltiples cabezas balísticas se emplearían cabezas maniobrables al final de su trayectoria, tal como se ha representado en la figura 1.

- Aumentar el área de despliegue de las cabezas nucleares, para poder alcanzar objetivos múltiples más alejados unos de otros, empleando un solo misil, según se indica en la figura 2 del artículo Resumen y Descripción General. Actualmente, puede obtenerse un despliegue máximo sobre un área elíptica cuyos ejes son el 1.5 % y el 0.5 % del alcance del misil, o sea para un ICBM, del orden de 150 por 50 km.

- Reducir el radio del círculo equiprobable (cep), véase figura 2, es decir, el radio del círculo dentro del cual caerían el 50 % de los impactos. En la figura 3 se han representado estos radios para los principales misiles balísticos de los EUA y de la URSS. Se observa que los SLBM tienen un radio del cep prácticamente doble de los ICBM. En la URSS se ha logrado pasar de los antiguos SS-7 con un radio del cep de 3700 m a los futuros SS-24 con 100 m. En los EUA se ha pasado de los antiguos TITAN II, coetáneos de los SS-7, y con un radio del cep de 1300 m a los MX con algo más de 50 m.

SISTEMA ANTISATELITE (ASAT)

Desde 1958 se han lanzado al espacio más de dos mil satélites, de los cuales el 75 % han sido de aplicación militar directa. El 80 % de las transmisiones militares de los EUA se realizan por satélite, mientras que en la URSS solamente es el 40 %. Teniendo en cuenta que además, casi todas las armas de la SDI (excepto los láseres ópticos situados en tierra) están situadas a bordo de satélites, se comprende el gran esfuerzo que está realizando la URSS desde hace cua-

tro lustros, para desarrollar un sistema ASAT eficaz.

El sistema ASAT actualmente empleado por la URSS, consiste en un satélite de unos 2000 kg de peso, situado en una órbita próxima a la del satélite de los EUA que pretende destruir. La aproximación final la realiza guiado por sensores ópticos y de infrarrojo. Cuando alcanza la distancia mínima, explosiona una carga de explosivo químico, cuya metralla pretende destruir el satélite americano, según se ha representado en la figura 4. Este ASAT es lanzado desde un anticuado SS-9 dado de baja como ICBM en 1978, véase figura 5. Actualmente hay unos 68 SS-9 preparados para esta misión.

Los resultados obtenidos desde octubre de 1968 a junio de 1982 han sido tabulados en la tabla 1. Se observa que el número de éxitos conseguidos es de un 55 % alcanzando órbitas de unos 1000 km de altura.

El sistema ASAT desarrollado por los EUA, se basa en el empleo de un avión F-15 portador de un misil de

dos etapas de 1200 kg de peso, y de dimensiones 5.5 por 0.5 m, cuya carga útil es un proyectil de 15 kg y 0.3 m de longitud guiado por sensores ópticos y de infrarrojo hacia el satélite soviético, destruyéndole por impacto, sin emplear explosivos químicos ni nucleares. En la figura 5 se ha representado el ASAT americano en comparación con el soviético, en la figura 6 su fotografía, y en la figura 7 su actuación.

El 13 de septiembre de 1985 obtuvo el primer éxito, destruyendo un satélite que en febrero de 1979 fué puesto en órbita circular a 600 km de altura.

En la tabla 2 y la figura 8 se dan las características de los principales satélites americanos y soviéticos. Como el ASAT de la URSS ha tenido éxito hasta unos 1000 km de altura, y el de EUA hasta unos 600 km, se observa que con estos sistemas podrían destruirse actualmente los satélites de reconocimiento y de vigilancia oceánica de ambas naciones, mientras que los de aviso previo y comunicaciones sobrevivirían.

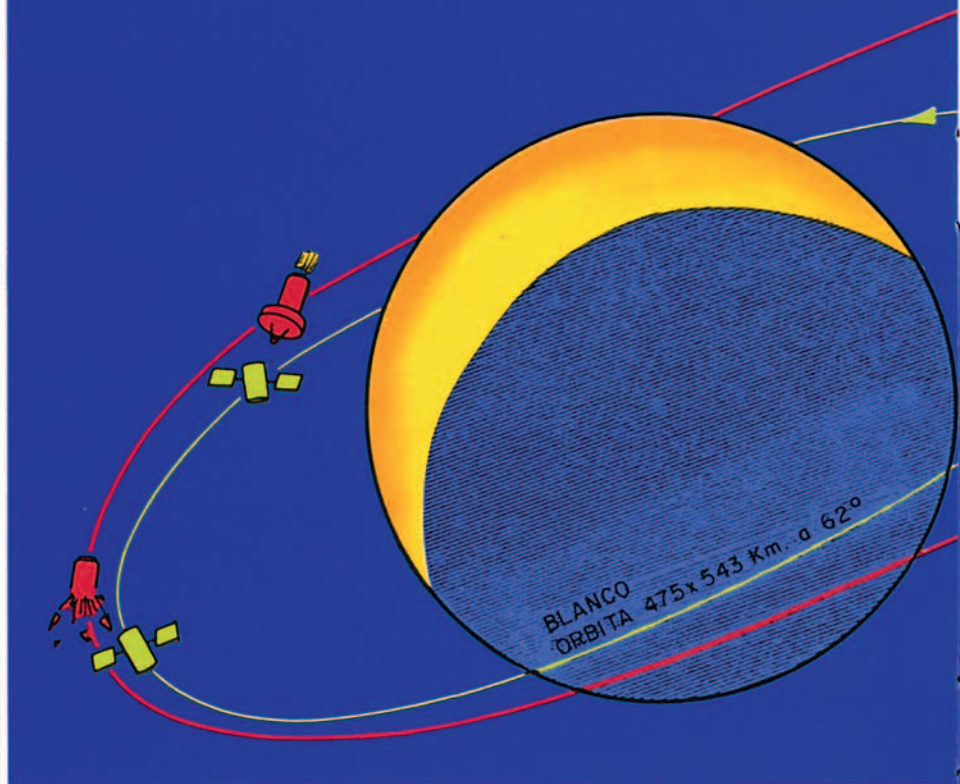




Figura 4

NEUTRALIZACION DE LAS COMUNICACIONES DE LOS EUA

Al explotar una bomba nuclear de elevado megatonaje en las altas capas de la atmósfera, se producen una serie de procesos, cuyo efecto global es la formación de una capa de electrones de unas decenas de kilómetros de anchura y millares de kilómetros de radio, según se ha representado en la figura 9. Esta capa produce dos efectos enormemente perjudiciales:

- Las transmisiones a través de esta capa sufren una fuerte atenuación, proporcional al cuadrado de su longitud de onda. En el caso de emplear microondas, la atenuación sería millones de veces mayor que en el caso de emplear luz visible.
- Los electrones de esta capa dan lugar a un pulso de radiación electromagnética (EMP), que en la vertical sobre la superficie terrestre valdría desde centenares de miles de voltios por metro a decenas de miles. Ello daría lugar a la destrucción de las líneas de potencia eléctrica, telefóni-

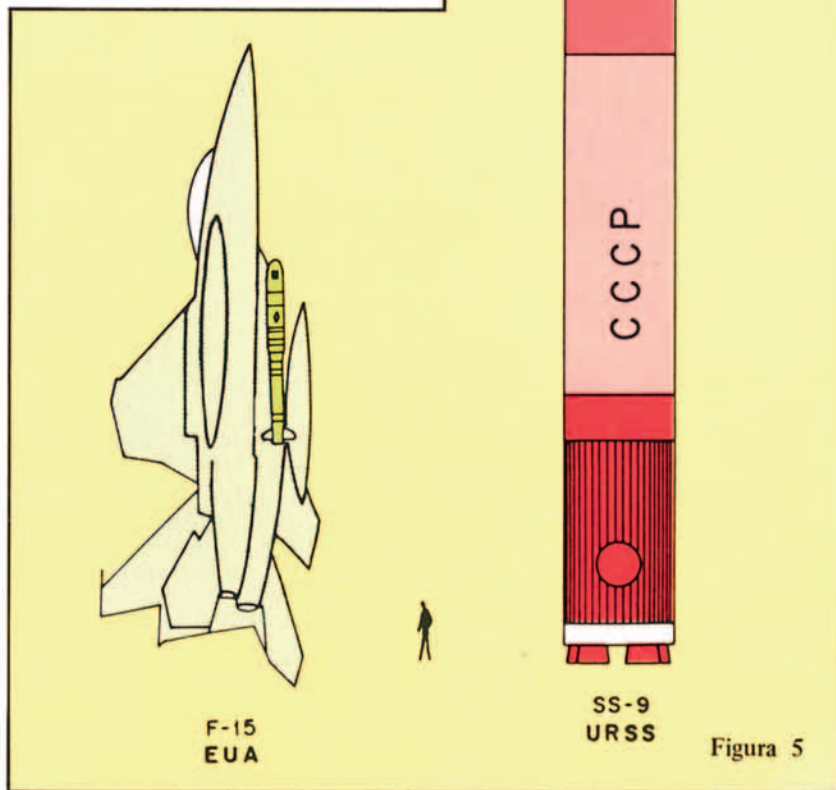


Figura 5

Figura 6



Figura 7

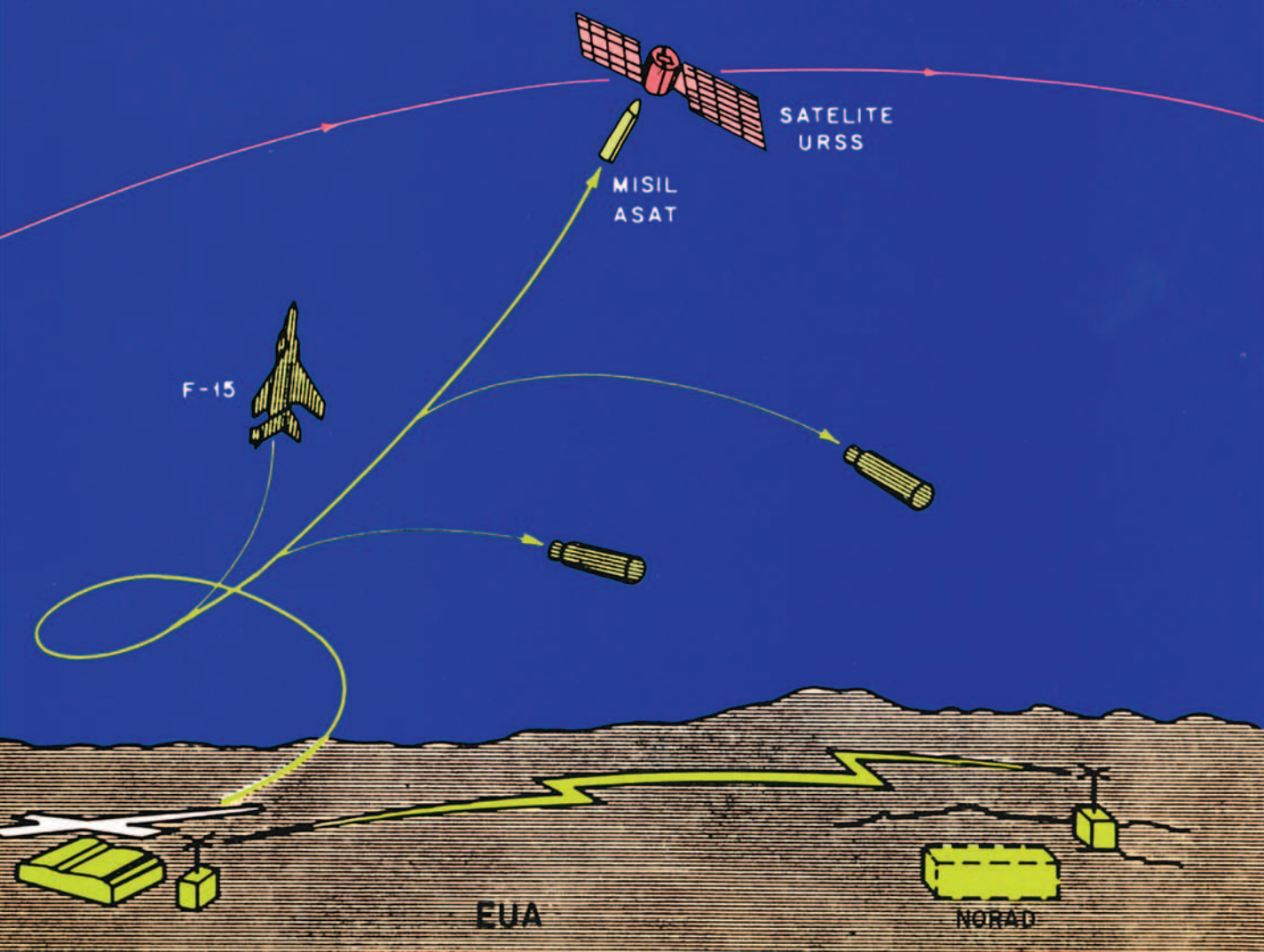




Figura 8

cas, circuitos electrónicos, computadores, etc. en un círculo de miles de kilómetros de radio.

La protección parcial contra estos dos efectos puede llevarse a cabo empleando en las transmisiones una longitud de onda lo más pequeña posible, sustituyendo o bien duplicando la red de microondas por comunicaciones por láser en fibras ópticas, y

por último colocando los componentes electrónicos y eléctricos del C^3I dentro de cajas de Faraday con una buena toma a tierra.

Desde hace dos décadas, la URSS ha ido realizando numerosas pruebas, habiendo explotado, para estos fines, una bomba de cerca de 6-MT, la más potente de cuantas explosiones nucleares se han llevado a cabo.

Formación de la capa de electrones

Los procesos que originan la capa de electrones son los clásicos de la física nuclear, véase figura 9. Al explotar a más de 50 km de altura una bomba nuclear de unos 10 MT, se producen núcleos y partículas, y en especial fotones de 1 MeV (radiación electromagnética de longitud de onda

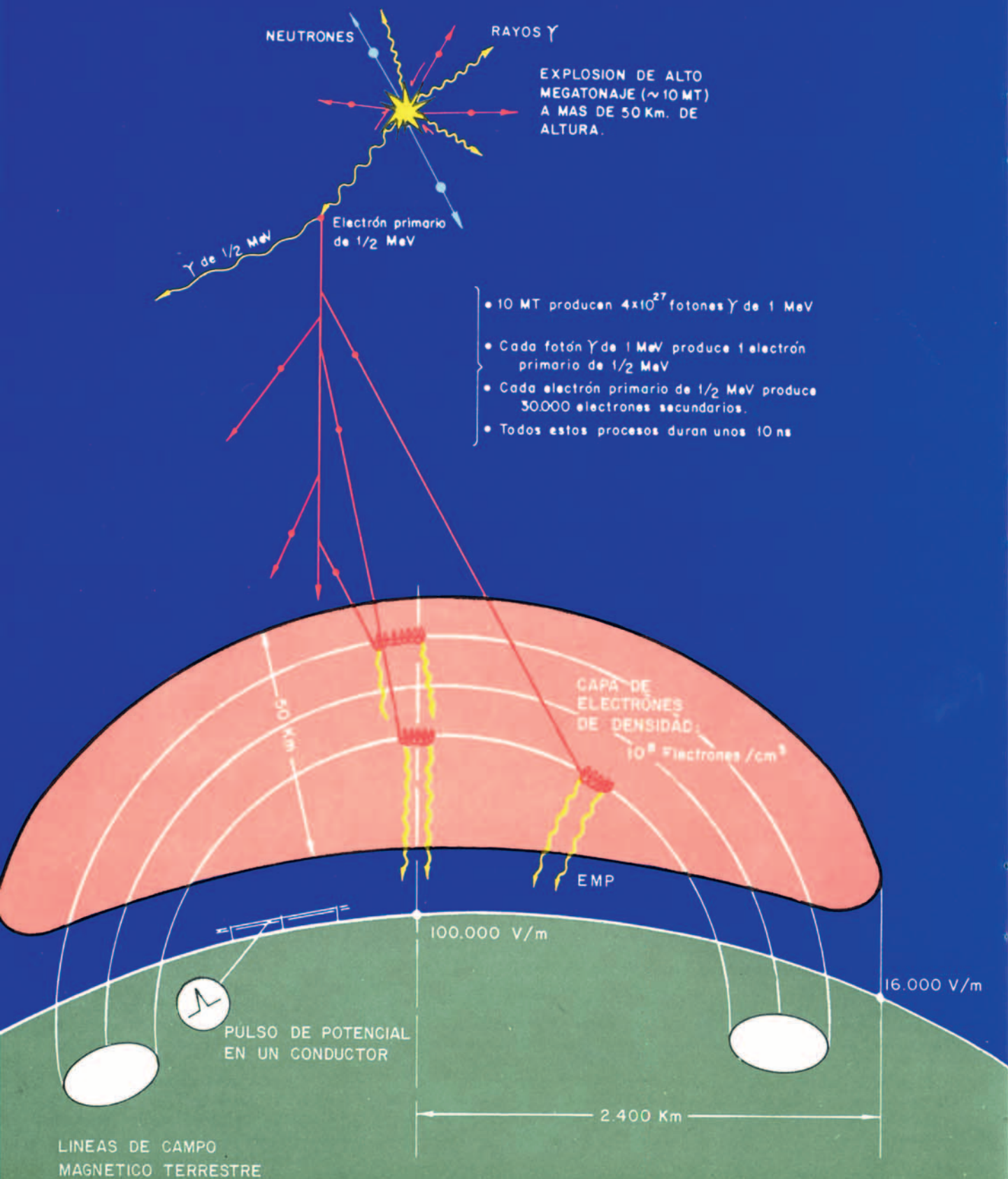
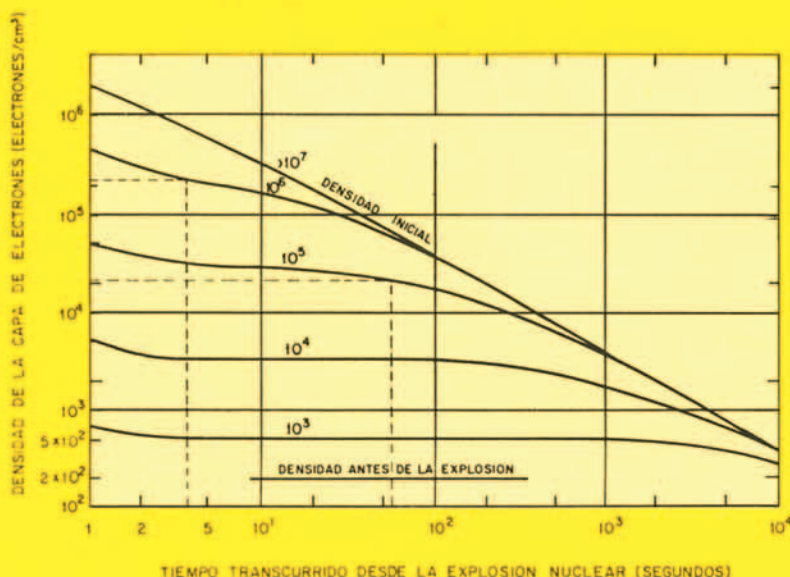


Figura 10



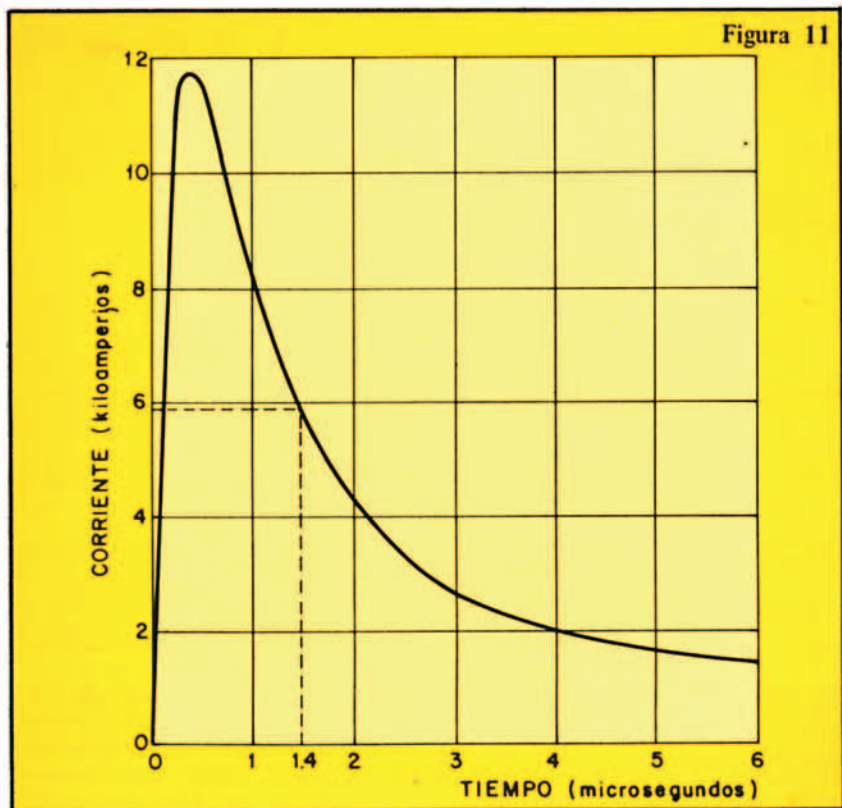
NOMENCLATURA

- ABM (antiballistic missile), misil antimisil balístico.
- ALL (airborne laser laboratory), laboratorio con láseres a bordo de una aeronave.
- ASAT (antisatellite), antisatélite.
- BMD (ballistic missile defence), defensa antimisiles balísticos.
- C³I (command, control, communications and intelligence), mando, control, comunicaciones e inteligencia.
- CEP (Circular error probability), círculo equiprobable.
- DARPA (defense advanced research projects agency), agencia de proyectos de investigación avanzada de la defensa.
- DEW (directed energy weapons), armas de energía directa.
- DNA (defence nuclear agency), agencia nuclear de la defensa.
- EMP (electromagnetic pulse), pulso electromagnético.
- ICBM (intercontinental ballistic missiles), misil balístico intercontinental.
- KEW (kinetic energy weapons), armas de energía directa.
- KT, kilotón = 1000 toneladas equivalentes de explosivo químico TNT.
- LODE (large optics demonstration experiment) experimento para demostrar grandes sistemas ópticos.
- MAD (mutual assured destruction), destrucción mutua segura.
- MAS (mutual assured survivability), supervivencia mutua segura.
- MARV (maneuverable reentry vehicle), misión con lanzamiento secuencial de múltiples cabezas maniobrables.
- MIRV (multiple independently targetable reentry vehicle), misil con lanzamiento secuencial de múltiples cabezas balísticas.
- MRBM (medium range ballistic missile), misil balístico de alcance medio.
- MRV (multiple reentry vehicle), misil con lanzamiento simultáneo de múltiples cabezas balísticas.
- MSR (missile site radar), radar acoplado al misil SPRINT.
- MT, megatón = 1000 KT.
- NNK (non nuclear kill interceptor), interceptador no nuclear.
- PAR (perimeter acquisition radar), radar acoplado al misil SPARTAN.
- SATKA (surveillance, acquisition, tracking and kill assesment), vigilancia, adquisición, seguimiento y discriminación de blancos.
- SCBM (systems concepts, battle management), concepto y diseño del sistema.
- SDI (strategic defense initiative), IDE, iniciativa de defensa estratégica.
- SDIO (Strategic defense initiative organization-office), Organización-oficina de la iniciativa de defensa estratégica.
- SLBM (submarine launched ballistic missile), misil balístico lanzado desde un submarino.
- SLKT (survivability, lethality and key technologies), supervivencia, letalidad y tecnologías básicas.
- SPARTAN, misil con una sola cabeza nuclear de 20 KT, empleado en la defensa antimisil ABM, que produce una esfera letal de 7 km de radio a una altura de 350 a 700 km.
- SPRINT, misil con una sola cabeza nuclear de 20 KT, empleado en la defensa antimisil ABM, que produce una esfera letal de 1 km de radio a 70 km de altura.
- UCS (Union of concerned scientists), unión de científicos preocupados por la SDI.

dada en la figura 2 del artículo Actuación, Sistemas de Armas y Presupuesto). Estos fotones, al interactuar con los electrones de los átomos de la atmósfera, fuertemente enrarecida, producen por efecto Compton un electrón primario con una energía de aproximadamente 0.5 MeV. Si este electrón primario se dirige hacia la Tierra, por ionización de los átomos de la atmósfera, produciría en una cienmillonésima de segundo unos 30.000 electrones secundarios, que son atrapados por el campo magnético terrestre.

Como en la explosión de una bomba nuclear de 10 MT se produce un número de fotones igual a un 4 seguido de 27 ceros, y cada fotón produce un electrón primario, que a su vez da origen a 30.000 electrones secundarios, al final se obtendría una capa con un número de electrones igual a un 1 seguido de 32 ceros. Esto da lugar a una capa de unos 50 kilómetros de espesor y 2.400 kilómetros de radio, con una densidad de unos cien millones de electrones por centímetro cúbico.

En la figura 10 se ha representado cómo varía esta densidad de electrones con el tiempo transcurrido desde la explosión. Se observa, que una vez que hayan transcurrido unos 60 segundos desde la explosión, la densidad se reduce a su décima parte. Es decir, puede considerarse que la atenuación de las transmisiones realizadas a través de esta capa dura cerca de un minuto.



Formación del pulso electromagnético (EMP)

Los electrones de la capa no se mueven dentro de ella al azar, ya que debido a la presencia del campo magnético terrestre, describirán trayectorias helicoidales alrededor de las líneas de fuerza de este campo magnético, tal como se ha representado en la figura 9.

Debido a este movimiento no uniforme, los electrones irán perdiendo energía y emitirán un pulso de radiación electromagnética (EMP), que en el caso considerado de la explosión de una bomba de 10 MT, dará lugar en la vertical sobre la superficie terrestre a un campo eléctrico de 100.000 a 16.000 voltios por metro.

La duración de este EMP ha sido representada en la figura 11. En ella se observa, que su intensidad se reduce a la mitad en 1.4 millonésimas de segundo y a su décima parte en unas 7 millonésimas de segundo. Es decir, puede considerarse que el EMP dura cerca de diez millonésimas de segundo.

Según lo anterior, al explotar a más de 50 km de altura una bomba nuclear de unos 10 MT, se producen los siguientes efectos:

- Se crea una capa de electrones

de unos 50 km de ancho 2400 km de radio, con una densidad de unos cien millones de electrones por centímetro cúbico.

- Las transmisiones a través de esta capa quedan fuertemente atenuadas durante un minuto después de la explosión. La atenuación es proporcional al cuadrado de la longitud de onda empleada en la transmisión.

- El EMP produce un campo eléctrico en la superficie terrestre, situada debajo de la capa de electrones, de 100.000 a 16.000 voltios por metro, que duraría cerca de diez millonésimas de segundo después de la explosión.

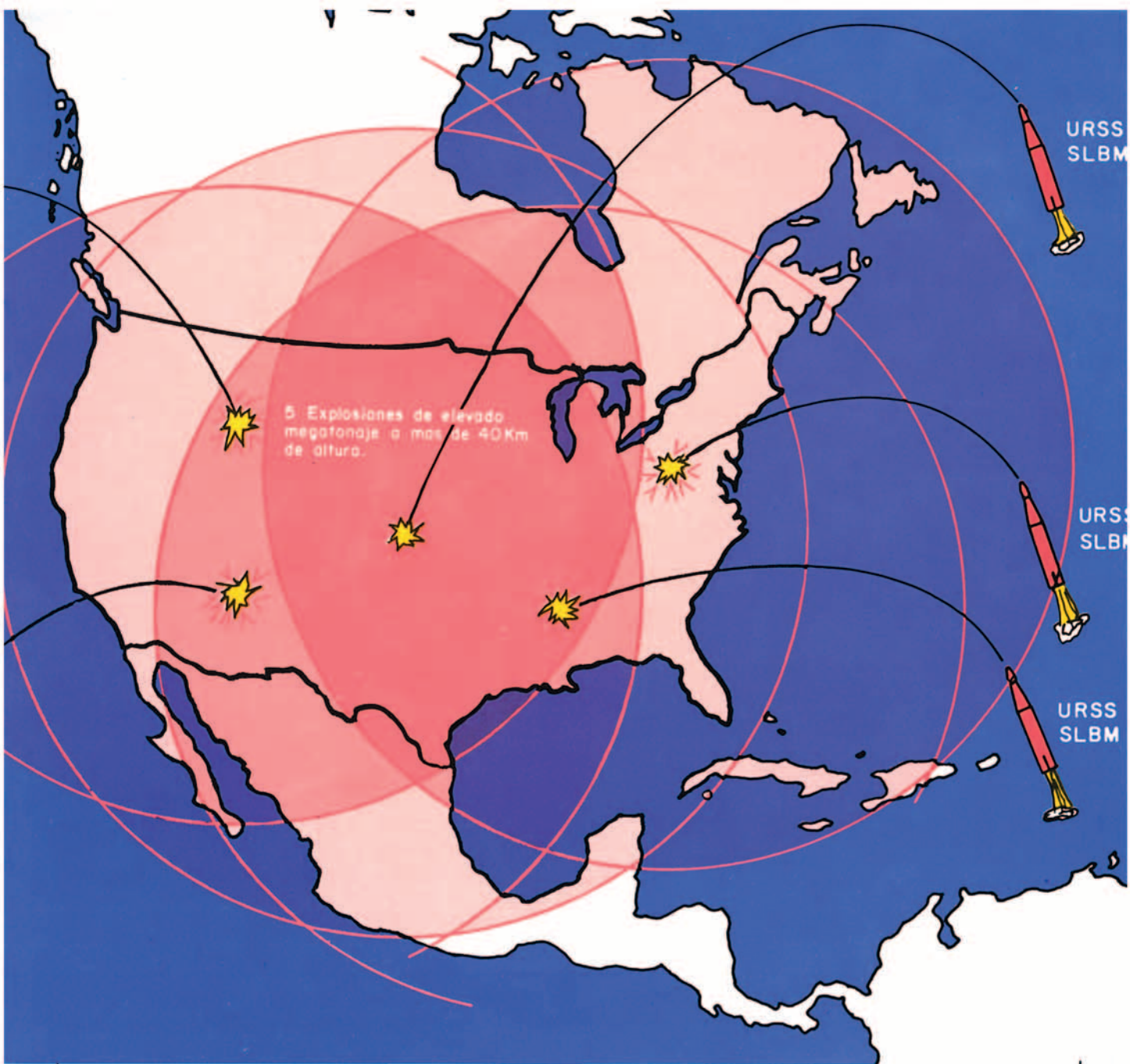
Según se indicó anteriormente, la protección contra el EMP se realiza colocando los componentes eléctricos y electrónicos del C³I dentro de cajas de Faraday con una buena toma a tierra. Para las comunicaciones pueden emplearse antenas normales que atraviesen las cajas de Faraday, pero provistas de un sencillo interruptor que las conecte a tierra cuando la intensidad alcance un determinado valor. Al producirse la explosión nuclear, el EMP inducirá en la antena una corriente de varios miles de amperios, pero durante sólo 10 millonésimas de segundo. Durante este tiempo,



Figura 12

po, la antena quedará conectada a tierra, interrumpiéndose tan brevemente las comunicaciones, que no producirán perturbación apreciable en el C³I.

Según se indica en la figura 12, si se lanzan desde submarinos próximos a los EUA, cinco SLBM por minuto, equipados con cabezas de unos 10 MT, de modo que exploten a unos 50 km de altura sobre la vertical de Las Vegas, Boise, Kansas City, Pittsburgh y Atlanta, quedarían neutralizadas todas las comunicaciones, no protegidas previamente, que se realicen sobre la región continental de los EUA.



BIBLIOGRAFIA

1. J. Hecht. Beam Weapons. The Next Arms Race. Plenum Press, 1984.
2. K. Tsipis. Arsenal. Simon and Schuster, 1983.
3. R. Garwin y H. Bethe. Anti-Ballistic-Missile Systems. Scientific American. Marzo 1968.
4. J. Parmentola y K. Tsipis. Armas que utilizan Haces de partículas. Investigación y Ciencia. Diciembre 1981.
5. K. Tsipis. Armas láser. Investigación y Ciencia. Abril 1979.
6. R. Garwin, K. Gottfried, D. Hafner. Armas antisatélites. Investigación y Ciencia. Agosto 1984.
7. H. Bethe, R. Garwin, K. Gottfried y H. Kendal. Defensa Espacial y Misiles Balísticos. Investigación y Ciencia. Diciembre 1984.
8. B. Jasani y C. Lee. Countdown To Space War. SIPRI. Taylor and Francis. 1984.
9. Report to the Congress On The Strategic Defense Initiative. 1985.
10. G. Yonas. Strategic Defense Initiative. The politics And Science Of Weapons In Space. Physics Today. Junio 1985.
11. W. Panofsky. The Strategic Defense Initiative; Perception VS Reality. Physics Today. Junio 1985.
12. World Armaments And Disarmament. SIPRI Yearbook 1984 and 1985. Taylor and Francis. 1985, 1985.
13. S. Glasstone and P. Dolar. The Effects Of Nuclear Weapons. 3 ed. United States Department of Defense and Energy Research and Development Administration, 1977.
14. B. Jasani. Outer Space, A New Dimension Of The Arms Race. SIPRI. Taylor and Francis. 1984.
15. B. Jasani. Space Weapons. The Arms Control Dilemma. SIPRI. Taylor and Francis. 1984.