

DESTRUCCIÓN ELECTRÓNICA CON PULSOS ELECTROMAGNÉTICOS

Mendieta E.
Instituto de Ciencias Físicas
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Km 30.5 vía Perimetral. Casilla 09-01-5863
Guayaquil - Ecuador.
emendiet@espol.edu.ecT.

Abstract

This article discusses the mechanisms of electromagnetic pulse radiation and generation, its destructive effect and protection method for electronics equipments. The electromagnetic pulse (EMP) has been known since 1940 when the nuclear weapon was developed and tested. The nuclear blast called "Starfish Prime" which was detonated on the Pacific Ocean from 800 miles from Hawaii caused an EMP which destroyed radio station and electric equipment in Hawaii. Nowadays, it is possible to build an EMP's generator which could be contained in a can of beer. Unfortunately, as the society becomes more dependent on modern technology an EMP's destructive power increase. Due to the EMP's destructive power, it is necessary to adopt electronics protection regulation facing possible terrorist attacks in this field.

Resumen

Este artículo discute los mecanismos de generación y radiación de los pulsos electromagnéticos, sus efectos destructivos y método de protección para equipos electrónicos. El pulso electromagnético (EMP) es conocido desde 1940 cuando las armas nucleares fueron desarrolladas y probadas. La explosión nuclear llamada, "Starfish Prime," la cual se detonó en el océano Pacífico a 800 millas de Hawai, causó un EMP que destruyó las estaciones de radio y equipos eléctricos en Hawai. Hoy en día, es posible diseñar un generador EMP que pueda caber en una lata de cerveza. Desafortunadamente, el poder destructivo de un EMP incrementa a medida de que la sociedad se vuelve dependiente de la tecnología moderna. Debido al poder destructivo de un EMP, es necesario adoptar regulaciones de protección electrónica, ante posibles ataques terroristas en este campo.

Palabras claves: electromagnético, pulso, detonación, radiación, ionización.

Introducción

El objetivo de este trabajo es probar experimentalmente el poder destructivo de los pulsos electromagnéticos (EMP) en circuitos electrónicos. Se busca reproducir en el laboratorio el efecto de radiación electromagnética por medio de una señal pulsada de baja frecuencia y de alta energía. Además se analiza la utilidad de la jaula de Faraday para protección de equipos eléctricos y electrónicos.

Breve Historia

El pulso electromagnético es conocido desde 1940 cuando las armas nucleares fueron desarrolladas y probadas.

Sin embargo, los efectos de un EMP no fueron bien conocidos sino hasta el año 1962, debido a la falta de pruebas experimentales.

Por ese año, los Estados Unidos estuvo realizando una serie de pruebas atmosféricas a grandes alturas, codificadas con el nombre de "Fishbowl." La explosión nuclear llamada, "Starfish Prime," la cual se detonó en el océano Pacífico a 800 millas de Hawai, causó un EMP que deshabilitó las estaciones de radio y equipos eléctricos en Hawai.

En 1963, los Estados Unidos y la Unión Soviética firmaron el Tratado de prohibición de pruebas atmosféricas para evitar el considerable peligro de los EMP.

Un EMP puede tener consecuencias devastadoras para países desarrollados, porque cualquier conductor metálico en el área afectada se vuelve un "receptor" para la potente energía liberada por la explosión. Cualquier equipo con circuitos electrónicos es un receptor de EMP. Si los sistemas conectados a estos receptores no son protegidos serán dañados por la intensa energía del pulso.. Seguramente,

dependiendo de la fuerza del pulso y la vulnerabilidad del equipo, los efectos podrían ser desde una conversación telefónica interrumpida hasta el derretimiento de los componentes en cada tipo de sistema eléctrico.

Física del EMP

El ocurrencia de un EMP es fuertemente dependiente de la altura de la explosión. Puede ser significativo en detonaciones de baja altitud (bajo 4000m); es muy significativo para detonaciones en alturas altas (sobre los 30.000 m); pero no es significativo para altitudes entre estos extremos. Esto es porque un EMP es generado por la absorción asimétrica de rayos gamma instantáneos producidos por la explosión. En altitudes intermedias el aire absorbe estos rayos bastante uniformemente y no genera perturbaciones electromagnéticas de largo alcance.

La formación de un EMP empieza con la muy intensa, pero muy corta generación de rayos gamma causada por las reacciones nucleares en una bomba. Cerca del 0.3% de la energía de la bomba esta en este pulso, pero dura solo 10 ns aproximadamente. Estos rayos gamma colisionan con los electrones en las moléculas del aire, y expulsan los electrones a energías altas a través de un proceso llamado dispersión Compton.

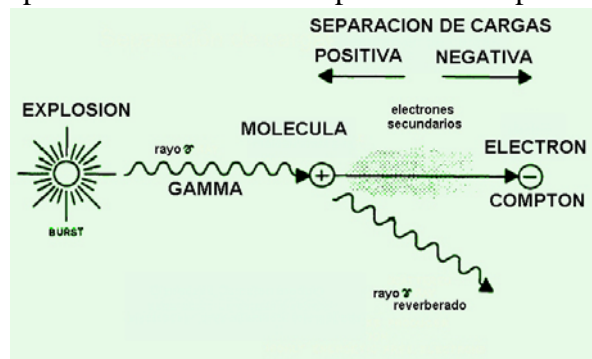


FIG 1.- Efecto Compton

Estos electrones con alta energía a su vez golpean otros electrones sueltos, y crean un efecto cascada que produce cerca de 30.000 electrones por cada rayo gamma original.

En explosiones a bajas altitudes la tierra absorbe los rayos gamma emitidos hacia abajo lo que previene la separación de cargas. Esto crea una corriente eléctrica vertical muy fuerte la cual genera intensas emisiones electromagnéticas sobre un rango amplio de frecuencias (hasta 100 MHz) que emana casi en su totalidad de manera horizontal. Al mismo tiempo la tierra actúa como un conductor permitiendo que los electrones regresen hacia el punto de explosión donde los iones positivos están concentrados. Esto produce un campo magnético intenso a lo largo de la tierra. La separación de cargas continúa por unas pocas décimas de microsegundos, con una emisión de potencia cercana a los 100 GW

Las explosiones a alturas altas producen pulsos EMP que son mucho más destructivos. En estas explosiones un EMP se forma cuando los rayos gamma dirigidos hacia abajo encuentran densas capas de aire. Una región de ionización de forma de dona se forma bajo el punto de explosión. (Fig. 2)

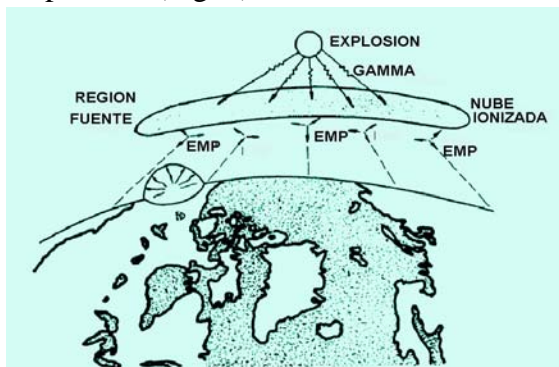


FIG 2 .- Región de ionización causada por la explosión de una bomba nuclear

Esta región se extiende hacia el horizonte, 2500 km para una explosión a 500 km de

altura. La zona de ionización tiene un grosor de hasta 80 km en el centro. El campo magnético de la Tierra causa que los electrones en esta capa viajen en trayectorias espirales, creando un poderoso pulso electromagnético dirigido hacia abajo que dura unos pocos microsegundos. Se crea además un campo eléctrico vertical (20 -50 kV/m) entre la tierra y la capa ionizada, este campo dura unos pocos minutos hasta que los electrones son recapturados por el aire. (FIG. 3)

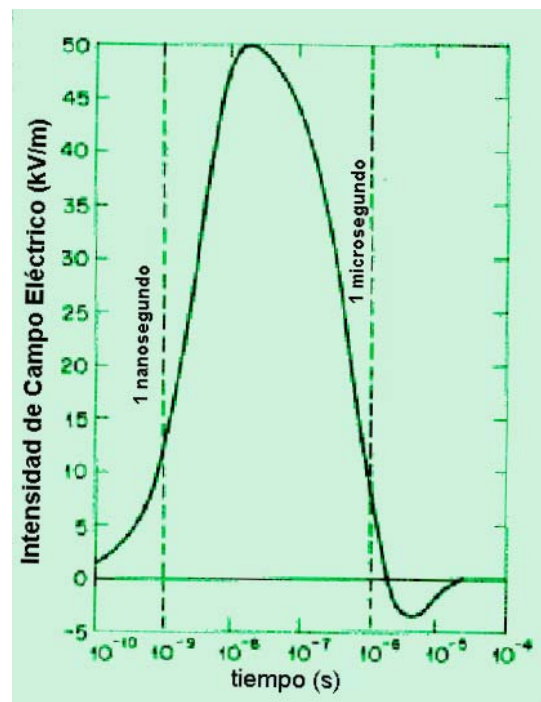


FIGURA 3.- Efecto transiente del campo eléctrico generado en un EMP

Materiales y métodos

- 1 Fuente de Alto voltaje 20 kV
- 1 capacitor de alto voltaje de 2000 pf
- 1 Voltímetro con alcance de 20 kV.
- 1 Switch unipolar de 2 posiciones.
- 6 cables de conexión para alto voltaje.
- 2 conectores para alto voltaje
- 1 jaula de Faraday
- 1 antena tipo vertical
- 1 reloj digital conectado a tierra.

La fuente de alto voltaje carga un capacitor de alto voltaje. Se acumula carga eléctrica en el Campo Eléctrico entre las placas del capacitor.

Se desconecta la fuente del circuito generador de pulsos EM.

Se conecta el capacitor a los cables de alta tensión conectado dentro de la Jaula de Faraday que contiene un reloj electrónico digital.



FIGURA 4.- Equipos de prueba del Laboratorio de Física C del ICF-ESPOL

Resultados

El capacitor de alto voltaje almacena una poca energía proveniente de la fuente de alto voltaje. Con el switch de dos posiciones se transmitió un pulso de aproximadamente 1 segundo. Se utilizó una punta conectada al terminal fijado como positivo del capacitor, el cual se ubicó previamente dentro de la jaula de Faraday debidamente aterrizada. Dentro de la Jaula se colocó un pequeño reloj digital, el cual estaba conectado a tierra por medio de un terminal soldado al negativo de su circuito impreso. El pulso electromagnético deja inoperante el reloj digital. Para 20kV transmitido dentro de la jaula de Faraday, el daño que se ocasiona es que el calor que se produce por la alta intensidad de corriente inducida en los terminales de los circuitos integrados que

al circular funde los puntos con soldadura en el circuito impreso. (FIG.5)



FIGURA 5.- Pruebas de equipos en el Laboratorio de Física C del ICF
DISCUSIÓN

El poder destructivo de los pulsos electromagnéticos es la mayor preocupación del gobierno de los Estados Unidos, ya que un solo pulso de alta intensidad y de corta duración (aprox. 10 ms) detonado a una altura por encima de los 300 km, puede dejar sin operación a todos los equipos electrónicos utilizados durante el disparo. Estos equipos incluyen todos de la red bancaria, equipos militares, equipos del sistema de transportación aérea, terrestre, equipos electrodomésticos, equipos de verificación de las empresas eléctricas. Por eso es importante que en el Ecuador se realicen pruebas de este tipo a fin de evitar que algún acto terrorista pueda dañar los equipos electrónicos de uso cotidiano o ponga en peligro la vida de algún funcionario del gobierno que vuele en algún aeromotor. Lo que se busca es usar sistemas de protección basados en la Jaula de Faraday.

El poder destructor de un pulso electromagnético sobrepasa en mucho el de una bomba atómica, ya que mientras la bomba atómica destruye una ciudad, el pulso electromagnético derivado en la explosión de la bomba puede destruir todos los equipos electrónicos de un país entero. Solo necesita que la explosión ocurra a una

determinada altura. Es un pulso invisible y no hay detonaciones ni ruido y puede crearse con un sistema que cabe en una lata de cerveza que reproduzca un pulso electromagnético.

Este trabajo pone en relieve la utilidad que tiene la Jaula de Faraday para evitar daños a los equipos o sistemas electrónicos ó eléctricos de una Institución debido a unas descargas eléctricas o magnéticas o ambas a la vez que ocurra en el ambiente. En el Ecuador, Los puntos más vulnerables deben ser debidamente protegidos con apantallamientos aterrizados y evitar tener algún cable o dispositivo que sirva de entrada hacia el interior del edificio de una onda tipo PEM.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a la autoridades de la Espol por la oportunidad que nos brindan de presentar nuestros trabajos de investigación en este evento tan relevante para el País.

Además, agradezco al Sub-Director del ICF., Master Manuel Villavicencio por la apertura y apoyo a la presentación de este proyecto.

REFERENCIAS

(1) Paul M. Weyrick, "Electromagnetic Pulse: An Avoidable Disaster," Free Congress Research and Education Foundation, 3 January 2005.

<http://www.renewamerica.us/columns/weyrick/050103>.

Jim Wilson, "E-Bombs and Terrorists". Popular Mechanics 178, no. 9 (September 2001), 51.

Carlo Kopp, "The Electromagnetic Bomb: A Weapon of Electrical Mass Destruction". (Fairbairn, Australia: RAAF Air Power Studies Centre, 1996), 2.

<http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/kopp/apjemp.html>.