



کارگروه آموزش، پژوهش، فناوری و نوآوری استان

درخواست برای ارائه پیشنهاد (RFP) طرح پژوهشی

عنوان اولویت پژوهشی

تهیه پروتکل جامع برای محافظت الکترونیکی و مخابراتی در مقابل حملات الکترومغناطیسی و
الکترونیکی در مراکز طبقه بندی شده

درخواست کننده

دفتر پدافند غیر عامل استانداری

تاریخ ارائه درخواست: 1403/07/13

عنوان طرح
تهیه پروتکل جامع برای محافظت الکترونیکی و مخابراتی در مقابل حملات الکترومغناطیسی و الکترونیکی برای مراکز طبقه بندی شده

ماهیت طرح
☒ مطالعاتی ☐ آزمایشگاهی ☐ میدانی ☒ توسعه فناوری

محصول نهایی پروژه
☒ گزارش ☐ ساخت نمونه محصول ☐ نرم افزار ☒ فناوری

مقدمه
در دهه های اخیر، به موازات رشد فناوری های ارتباطی و اطلاعاتی، وابستگی جوامع به زیرساخت های الکترونیکی و ارتباطی به میزان چشمگیری افزایش یافته است. این وابستگی به ویژه در مراکز حساس و طبقه بندی شده ای که اطلاعات و عملیات های حیاتی کشور را مدیریت می کنند، زمینه ساز ضرورت تدوین و اجرای پروتکل های امنیتی پیشرفته تری شده است. یکی از تهدیدات اصلی که این مراکز را به شدت در معرض خطر قرار می دهد، حملات الکترومغناطیسی و الکترونیکی نظیر پالس الکترومغناطیسی (EMP) و نوسانات ناگهانی ولتاژ ناشی از آن است که می تواند به تخریب تجهیزات حساس، قطع ارتباطات حیاتی و ایجاد بحران های امنیتی و اقتصادی منجر شود. از این رو، ضرورت اجرای یک پروتکل جامع حفاظتی که بتواند از مراکز طبقه بندی شده و حساس در برابر این تهدیدات محافظت کند، بیش از پیش آشکار می شود. این پروپوزال با هدف تدوین پروتکل های حفاظتی جامع در زمینه حفاظت الکترونیکی و مخابراتی ارائه شده است. اهداف اصلی این پروپوزال شامل افزایش آگاهی و آموزش کارمندان، تقویت تجهیزات و زیرساخت های ارتباطی و طراحی و اجرای روش های نوین در مقابله با تهدیدات الکترومغناطیسی است. از جنبه اقتصادی، هرگونه اختلال در عملکرد این مراکز می تواند خسارات جبران ناپذیری به همراه داشته باشد. لذا اجرای این پروتکل ها می تواند از نظر اقتصادی و امنیتی، مانعی محکم در برابر تهدیدات باشد و از هزینه های هنگفت ناشی از بحران ها جلوگیری کند. اهمیت این پروپوزال در این است که نه تنها راهکارهای حفاظتی ارائه می دهد، بلکه با تمرکز بر آموزش و آگاهی بخشی، ایجاد آمادگی در مواجهه با تهدیدات را در اولویت قرار می دهد. در ادامه، پروتکل ها و مراحل پیشنهادی برای اجرای این پروپوزال به تفصیل توضیح داده شده است.

بیان مساله

پالس الکترومغناطیسی (EMP)، انفجاری از تابش الکترومغناطیسی است که از آزاد شدن ناگهانی و شدید انرژی الکترومغناطیسی ناشی می‌شود. این پالس می‌تواند تجهیزات الکترونیکی، مخابراتی، سیستم‌های راداری و سیستم‌های آفندی و پدافندی به‌ویژه آنهایی که دارای مدار الکتریکی و الکترونیکی هستند، مانند رایانه‌ها، سیستم‌های ارتباطی و حتی شبکه‌های برق را مختل کرده یا به آنها آسیب برساند. EMP ها می‌توانند یا به طور طبیعی رخ داده (مانند اثر برخورد صاعقه) یا ساخته دست دشمن، مانند انفجار هسته ای یا یک سلاح تخصصی باشند. در این بخش نحوه کارکرد EMP توضیح داده می‌شود:

1. منبع EMP:

الف) EMP هسته ای (NEMP): یک انفجار هسته ای است که در ارتفاع بالا یک انفجار بزرگی از پرتوهای گاما ایجاد می‌کند که با اتمسفر زمین به ویژه الکترون‌های موجود در مولکول‌های هوا تعامل میکند. این تعامل باعث شتاب سریع ذرات باردار شده و منجر به EMP می‌شود. ب) EMP غیر هسته ای (NNEMP): این شامل ژنراتورهای EMP معمولی یا دستگاه‌هایی است که انرژی را در یک طیف الکترومغناطیسی خاص برای تولید پالس (مانند سلاح‌های انرژی هدایت شده یا سلاح‌های فرکانس رادیویی) آزاد می‌کنند.

2. انتشار پالس:

پالس الکترومغناطیسی EMP از منبع خود به بیرون منتشر شده و بسته به ارتفاع و قدرت پالس، منطقه وسیعی را تحت پوشش قرار می‌دهد. پالس شامل سه جزء اصلی است:

E₁ (پالس سریع): این پالس اولیه، شدید و بسیار کوتاه مدت است که به طور مستقیم بر قطعات الکترونیکی تأثیر می‌گذارد.

E₂ (پالس متوسط): مانند رعد و برق، کسری از ثانیه دیرتر رخ داده و آسیب کمتری دارد.

E₃ (پالس آهسته): این یک پالس کندتر و طولانی‌تر است که باعث افزایش جریان در خطوط برق شده و باعث آسیب به ترانسفورماتورها و شبکه‌های برق می‌شود.

3. تعامل الکترونیکی:

EMP ها با روش‌های القایی بر مدارات الکترونیکی تأثیر می‌گذارند. میدان الکترومغناطیسی شدید باعث ایجاد جهش‌های ولتاژ یا افزایش جریان در مدارها می‌شود. از آنجایی که اکثر وسایل الکترونیکی مدرن به نوسانات ولتاژ بسیار حساس هستند، این نوسانات می‌توانند اجزایی مانند ترانزیستورها، خازن‌ها یا مدارهای مجتمع را نابود کنند.

4. مکانیسم‌های آسیب:

آسیب الکترونیکی: دستگاه‌هایی با میکروالکترونیک‌های حساس (کامپیوتر، سیستم‌های ارتباطی و پدافندی) بسیار آسیب‌پذیر هستند. یک EMP می‌تواند با القای بیش از حد ولتاژ یا جریان بر مدارها باعث آسیب فوری آنان شود. فروپاشی شبکه برق: اگر EMP به اندازه کافی بزرگ باشد (مانند انفجار هسته‌ای در ارتفاع بالا)، مولفه E₃ می‌تواند موج‌های شدید جریان را در شبکه‌های برق ایجاد کرده و در نتیجه به ترانسفورماتورها آسیب برساند و احتمالاً منجر به قطعی‌های گسترده برق شود.

در این بخش روشهای محافظت در مقابل حملات الکترومغناطیسی بررسی می‌گردد:

محافظت در برابر EMP:

برای محافظت از وسایل الکترونیکی در برابر EMP ها، می توان از روش های محافظتی مانند قفس فارادی استفاده کرد. این محفظه ها مانع از ورود میدان های الکترومغناطیسی به مناطق حساس می شوند. علاوه بر این، استفاده از محافظ های برق می توانند در به حداقل رساندن آسیب به تجهیزات الکترونیکی کمک کنند.

جدای از روش های محافظ مانند قفس های فارادی، چندین تکنیک دیگر برای محافظت از دستگاه های الکترونیکی و سیستم های حیاتی در برابر اثرات پالس الکترومغناطیسی وجود دارد. در این بخش برخی از این روش ها ذکر می گردد:

1. فیلتر کردن و محافظت از نوسانات:

فیلترهای EMP: فیلترهای تخصصی بوده که انرژی فرکانس بالای ناشی از یک EMP را مسدود یا محدود می کنند و از ورود آن به دستگاه های الکترونیکی جلوگیری می کنند. این فیلترها را می توان در خطوط برق و ارتباطات نصب کرد تا پالس های آسیب رسان را جذب یا منحرف کند. محافظ های ولتاژ: دستگاه های حفاظت از نوسانات درجه بالا (SPD) را می توان برای جلوگیری از افزایش ولتاژ ناشی از EMP ها از ورود و آسیب رساندن به مدارها استفاده کرد. این تجهیزات مشابه مواردی هستند که در حفاظت در برابر صاعقه استفاده می شوند، اما به طور خاص برای ویژگی های EMP طراحی شده اند.

2. استحکام مداری:

الکترونیک تقویت شده: تجهیزات الکترونیکی را می توان به گونه ای طراحی کرد که با استفاده از قطعاتی که می توانند ولتاژ و جریان بالاتری را تحمل کنند، در برابر EMP ها انعطاف پذیرتر باشند. سیستم های نظامی و هوافضا اغلب از وسایل الکترونیکی مقاوم شده استفاده می کنند که برای مقاومت در برابر EMP ها طراحی شده اند.

سیستم های پشتیبان: پیاده سازی ساختار پشتیبان در سیستم های حیاتی می تواند گزینه های بازگشتی را در صورت خرابی برخی از اجزا به دلیل EMP ارائه دهد. به عنوان مثال، داشتن چندین سیستم پراکنده جغرافیایی و مقاوم شده با EMP می تواند خطرات را کاهش دهد.

3. تکنیک های ارتینگ:

ارتینگ مناسب تجهیزات و زیرساخت ها می تواند به طور قابل توجهی خطر آسیب ناشی از EMP را کاهش دهد. اتصال به زمین یا ارتینگ، کمک می کند تا جریان القایی از یک EMP به طور ایمن به سمت زمین هدایت شده و از رسیدن آن به تجهیزات الکترونیکی و مخابراتی حساس جلوگیری کند. استراتژی های ارتینگ مناسب عبارتند از:

انتخاب مسیرهای موثر زمین: اطمینان از اینکه مسیرهای ارتینگ تا حد امکان کوتاه و مستقیم هستند تا اختلافات پتانسیل ناشی از EMP به حداقل برسد.

ایجاد چندین نقطه اتصال در سیستم ارتینگ: استفاده از چندین نقطه اتصال زمین می تواند آسیب پذیری را با ایجاد مسیرهای بیشتر برای هدایت متعدد جریان های القایی بیشتر کاهش دهد.

4. استفاده از کابل های فیبر نوری:

کابل های فیبر نوری را می توان به جای سیم کشی مسی سنتی در سیستم های مخابراتی استفاده کرد زیرا در برابر EMP ها مصون هستند. برخلاف هادی های فلزی، فیبر نوری جریان الکتریکی را هدایت نمی کند و تحت تأثیر میدان های الکترومغناطیسی قرار نمی گیرد. این باعث می شود که آنها انتخاب خوبی برای خطوط ارتباطی مهم باشند، که باید در برابر EMP ها مقاوم باشند.

5. تکنیک های برق اضطراری و پشتیبان:

منبع تغذیه بدون وقفه (UPS): یک سیستم UPS با قطعات مقاوم شده در برابر EMP می تواند به ایزولاسیون سیستم های الکترونیکی از نوسانات شبکه برق در طول EMP کمک کند. این سیستم به طور موقت دستگاه ها را از شبکه برق سراسری جدا کرده و تا زمانی که ولتاژهای ناپایدار ناشی از EMP وجود دارند، به باتری ها یا ژنراتورهای داخلی متکی خواهد بود.

ژنراتورهای ایزوله شده در برابر EMP: سیستم های قدرت پشتیبان (مانند ژنراتورها) که با ویژگی های مقاوم در برابر EMP طراحی شده اند، می توانند اطمینان حاصل کنند که سیستم برق پس از یک رویداد EMP به سرعت بازیابی گردد. این ژنراتورها را می توان از شبکه برق اولیه جدا کرد تا تحت تاثیر همان رویداد قرار نگیرد.

6. استفاده از مواد EMP-Resilient:

برخی از مواد ذاتاً در برابر اثرات EMP مقاومت بیشتری دارند. به عنوان مثال: نیمه هادی های سیلیکون کاربید (SiC): این نیمه هادی های سیلیکونی نسبت به نیمه هادی های سنتی مبتنی بر سیلیکون، تحمل بالاتری برای افزایش ولتاژ دارند و در مقابل نوسانات ناشی از EMP مقاومت بیشتری دارند. پوشش های تخصصی و مواد جاذب را می توان برای کاهش تاثیر EMP با جذب یا اتلاف انرژی الکترومغناطیسی روی تجهیزات اعمال کرد.

7. زیرساخت های ایزوله شده:

جداسازی فیزیکی سیستم های حیاتی: ایجاد شبکه های ایزوله یا سیستم های دارای فاصله هوایی (سیستم هایی که به شبکه های عمومی متصل نیستند) خطر انتشار EMP را از طریق زیرساخت های به هم پیوسته کاهش می دهد. پراکندگی جغرافیایی: زیرساخت های حیاتی را می توان در چندین مکان مختلف مجزا با فاصله جغرافیایی مناسب پخش کرد تا تأثیر آسیب EMP محلی را کاهش دهد، به ویژه برای مراکز داده یا سیستم های ارتباطی، مخابراتی و پدافندی.

8. سیستم های فعال کاهش اثرات EMP:

برخی از سیستم های پیشرفته به طور فعال علائم EMP را نظارت می کنند و اقدامات متقابل فوری را برای به حداقل رساندن آسیب انجام می دهند. به عنوان مثال:

سیستم های تشخیص EMP: این سیستم ها می توانند اختلالات الکترومغناطیسی ناشی از EMP را تشخیص دهند و بلافاصله تجهیزات الکترونیکی حساس را قبل از وقوع موج های آسیب رسان قطع یا خاموش کرده و با استفاده از شیلدینگ سریع آنها از آسیب جدی به آن ها محافظت شود.

9. استفاده از محفظه های محافظ برای اجزای کلیدی:

در حالی که قفس های فارادی رایج ترین روش محافظ هستند، برخی از اجزای حیاتی مانند ترانسفورماتورها، هاب های ارتباطی یا سیستم های پشتیبان را می توان در محفظه های تخصصی مقاوم شده در برابر EMP قرار داد که برای محدوده فرکانسی خاصی از EMP ها طراحی شده اند (وابسته به فرکانس تشعشعات الکترومغناطیسی و طول موج آن ها).

10. پروتکل های عملیاتی و طرح های پشتیبان:

خاموش شدن پیشگیرانه: در پیش بینی یک رویداد EMP (به عنوان مثال، به دلیل فعالیت خورشیدی یا درگیری نظامی)، سیستم ها را می توان به طور پیشگیرانه خاموش یا جدا کرد و با شیلد کردن آن ها احتمال آسیب را کاهش داد.

طرح های پشتیبان: ایجاد برنامه هایی برای بازیابی سریع، از جمله جابجایی با سیستم های پشتیبان سالم و محافظت شده در برابر حملات EMP، می تواند در به حداقل رساندن تأثیر بلندمدت EMP موثر باشد.

اهداف طرح

پروتکل 7 مرحله‌ای مقابله با حملات EMP در سیستم‌های حساس مخابراتی، راداری، آفندی و پدافندی چکیده:

این مطالعه به بررسی و ارائه یک پروتکل 7 مرحله‌ای برای مقابله با اثرات حملات پالس الکترومغناطیسی (EMP) در سیستم‌های حساس الکترونیکی مانند تجهیزات مخابراتی، راداری، آفندی و پدافندی می‌پردازد. هدف این پروتکل کاهش آسیب‌پذیری تجهیزات حیاتی در برابر حملات EMP از طریق استفاده از تکنیک‌های پیشرفته شیلدینگ، محافظت از مدارها، ارتینگ بهینه و پراکندگی جغرافیایی است.

واژگان کلیدی:

حملات EMP، شیلدینگ، متامتریال، ارتینگ، پراکندگی جغرافیایی، Surge Arrester، سیستم‌های حساس الکترونیکی

1. مقدمه:

1.1 مقدمه‌ای بر پالس الکترومغناطیسی (EMP):

پالس‌های الکترومغناطیسی (EMP) تهدیدی جدی برای تجهیزات الکترونیکی حیاتی به‌ویژه در حوزه‌های دفاعی و مخابراتی هستند. این پالس‌ها، چه ناشی از پدیده‌های طبیعی (مثل فوران‌های خورشیدی یا رعد و برق) یا حملات عمدی، می‌توانند موجب خرابی گسترده تجهیزات الکترونیکی و سیستم‌های حیاتی شوند.

1.2 ضرورت مقابله با حملات EMP:

با توجه به پیچیدگی و حساسیت تجهیزات الکترونیکی در بخش‌های مخابراتی، راداری، آفندی و پدافندی، تدوین پروتکل‌های جامع برای مقابله با اثرات مخرب EMP ضروری است. این مطالعه به بررسی روش‌های گوناگون مقابله با این پدیده می‌پردازد.

2. اهداف پروتکل مقابله با EMP:

هدف از پروتکل 7 مرحله‌ای پیشنهادی در این تحقیق، ارائه یک راهکار جامع برای محافظت از تجهیزات حساس در برابر حملات EMP از طریق استفاده از فناوری‌های نوین و تکنیک‌های پیشرفته حفاظتی است.

3. بدنه اصلی: مراحل پروتکل مقابله با EMP:

3.1 مرحله 1: شیلدینگ دائمی تجهیزات غیر آنتنی در پوشش‌های فارادی:

در اولین گام، برای حفاظت از تجهیزات حساس در برابر تأثیرات پالس‌های الکترومغناطیسی (EMP)، باید تجهیزات غیر آنتنی که ارتباطات رادیویی ندارند، به طور دائمی درون پوشش‌های فارادی قرار گیرند. این شیلدینگ شامل استفاده از قفس‌های فارادی یا مواد رسانا است که امواج الکترومغناطیسی را جذب کرده و مانع از ورود آنها به داخل تجهیزات می‌شود. موارد اصلی شامل:

استفاده از قفس فارادی: برای کامپیوترها، تجهیزات شبکه و سرورها که در سیستم‌های حساس استفاده می‌شوند. شیلدینگ کابل‌ها و اتصالات: اطمینان حاصل شود که کابل‌های برق و داده نیز با مواد مقاوم در برابر EMP پوشش داده شده‌اند تا امواج از طریق این مسیرها به سیستم‌ها نفوذ نکنند. پوشش‌های شیلدینگ مناسب برای تجهیزات حساس قابل طراحی و اجرا می‌باشد.

3,2 مرحله 2: نصب آرایه‌ای از Surge Arrester در اطراف تجهیزات حساس الکترونیکی: یکی از مهم‌ترین روش‌های جلوگیری از ورود ولتاژهای ناگهانی و امواج EMP به سیستم‌های الکترونیکی، نصب آرایه‌ای از Surge Arrester (صاعقه‌گیرها و محافظ‌های ولتاژ) در اطراف تجهیزات حساس است. این سیستم‌ها به سرعت ولتاژهای ناگهانی ناشی از EMP را جذب و به زمین تخلیه می‌کنند، که مانع از آسیب دیدن قطعات الکترونیکی می‌شود. مراحل اجرایی شامل: استفاده از Surge Arrester های چند مرحله‌ای: برای ایجاد لایه‌های حفاظتی متعدد در برابر پالس‌های ولتاژ مختلف، نصب Surge Arrester های با توان بالا در مسیرهای اصلی و سیستم‌های داخلی ضروری است. محافظت از خطوط برق و داده: اطمینان حاصل شود که تمام مسیرهای ورودی و خروجی برق و داده مجهز به Arrester Surge هستند. نصب نزدیک به تجهیزات حیاتی: آرایه‌ها باید نزدیک به تجهیزات حساس نصب شوند تا تأثیرات ناشی از پالس‌های الکترومغناطیسی تا حد ممکن کاهش یابد.

3,3 مرحله 3: سیستم هشدار EMP و اجرای شیلدینگ سریع و بلادرنگ: در صورت بروز یک حمله EMP، زمان واکنش بسیار محدود است. به همین دلیل، داشتن یک سیستم هشدار بلادرنگ برای شناسایی وقوع EMP و فعال‌سازی سریع شیلدینگ موقت می‌تواند از تجهیزات حساس محافظت کند. این سیستم شامل: سنسورهای شناسایی EMP: نصب حسگرهای حساس به تغییرات ناگهانی در میدان‌های الکترومغناطیسی که بتوانند وقوع یک پالس EMP را در زمان واقعی تشخیص دهند. اتوماتیک‌سازی شیلدینگ: تجهیزات باید به صورت خودکار در پاسخ به هشدار فعال شوند و شیلدینگ موقت یا ثانویه (مثل پوشش‌های فارادی سریع‌الاجرا) بر روی سیستم‌ها اعمال شود. اطلاع‌رسانی فوری: سیستم باید به کاربران و مدیران سیستم‌ها هشدار دهد تا اقدامات پیشگیرانه انجام دهند و در صورت امکان، تجهیزات حساس را از شبکه‌های اصلی برق و ارتباطات جدا کنند. این مرحله شامل ترکیبی از فناوری‌های هوشمند شناسایی و اقدامات خودکار شیلدینگ است تا به طور بلادرنگ به وقوع یک EMP پاسخ دهد.

3,4 مرحله 4: نصب ارتینگ مناسب و بهینه از چندین نقطه برای تجهیزات حساس: یکی از مهم‌ترین اقدامات برای کاهش اثرات EMP بر تجهیزات حساس، استفاده از یک سیستم ارتینگ بهینه و چندنقطه‌ای است. ارتینگ بهینه می‌تواند جریان‌های ناگهانی ناشی از پالس‌های الکترومغناطیسی را به زمین تخلیه کرده و مانع از ورود این جریان‌ها به داخل تجهیزات شود. این مرحله شامل: ارتینگ چند نقطه‌ای: استفاده از چندین نقطه اتصال به زمین برای توزیع بهتر جریان‌های EMP و جلوگیری از تمرکز آنها در یک نقطه. این روش باعث کاهش احتمال آسیب به تجهیزات می‌شود.

ارتینگ با مسیر کوتاه و مستقیم: سیستم ارتینگ باید تا حد امکان کوتاه و مستقیم باشد تا اثرات القای جریان‌های ناخواسته به حداقل برسد. استفاده از کابل‌های مسی ضخیم و مقاوم می‌تواند به کاهش مقاومت و بهبود کارایی ارتینگ کمک کند.

محافظت از تمام بخش‌های سیستم: اطمینان حاصل شود که تمامی تجهیزات الکترونیکی، کابل‌ها و اتصالات به درستی به سیستم ارتینگ متصل هستند تا تأثیر EMP کاهش یابد.

این مرحله به طور خاص بر اهمیت پخش جریان‌های EMP به زمین و جلوگیری از تجمع این جریان‌ها در تجهیزات حساس تأکید دارد.

3,5 مرحله 5: استفاده از متامتریال‌ها یا متاسرفیس‌های تخصصی برای جذب و استهلاک امواج EMP:

برای محافظت از تجهیزات حساس مانند سیستم‌های راداری، مخابراتی، آفندی و پدافندی در برابر حملات الکترومغناطیسی، استفاده از متامتریال‌ها یا متاسرفیس‌های تخصصی که توانایی جذب و استهلاک امواج EMP را دارند، می‌تواند راهکار مؤثری باشد. این متریال‌ها به دلیل ویژگی‌های ساختاری خاص خود، قابلیت مقابله با امواج الکترومغناطیسی را فراهم می‌کنند و شامل موارد زیر است:

متامتریال‌های جذب‌کننده امواج: طراحی و استفاده از متامتریال‌هایی که توانایی جذب انرژی الکترومغناطیسی EMP را دارند و آن را به گرما یا انرژی بی‌ضرر تبدیل می‌کنند، می‌تواند مانع از رسیدن این امواج به تجهیزات حساس شود.

متاسرفیس‌های قابل تنظیم: استفاده از متاسرفیس‌های قابل تنظیم برای سازگاری با شرایط مختلف و تغییر فرکانس‌ها، که امکان محافظت چندجانبه در برابر انواع امواج EMP را فراهم می‌کنند.

کاربرد در تجهیزات حیاتی: این متاسرفیس‌ها و متامتریال‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که روی سطوح بیرونی تجهیزات راداری، مخابراتی و تجهیزات دفاعی نصب شوند تا از آنها در برابر پالس‌های EMP محافظت کنند.

این مرحله به استفاده از مواد پیشرفته برای جذب و استهلاک امواج الکترومغناطیسی متمرکز است که می‌تواند تأثیر بزرگی در کاهش آسیب‌پذیری تجهیزات حیاتی داشته باشد.

3,6 مرحله 6: جایگزینی سریع و بلادرنگ سیستم‌های حساس محافظت‌شده پشتیبان با ادوات آسیب‌دیده:

برای تضمین تداوم عملکرد تجهیزات حیاتی پس از یک حمله EMP، ایجاد سیستم‌های پشتیبان و فرآیندهای جایگزینی سریع امری ضروری است. این مرحله شامل:

ایجاد سیستم‌های پشتیبان محافظت‌شده: باید نسخه‌های پشتیبان از تجهیزات حساس، مانند سیستم‌های مخابراتی، راداری و فرماندهی، در محیط‌های کاملاً محافظت‌شده در برابر EMP ذخیره و نگهداری شوند.

تعویض خودکار یا سریع: سیستم‌های آسیب‌دیده باید با استفاده از پروتکل‌های تعویض سریع یا حتی خودکار به سرعت جایگزین شوند تا وقفه در عملکرد حیاتی به حداقل برسد. این شامل استفاده از روبات‌ها یا تیم‌های متخصص برای تعویض فوری ادوات است.

حفظ آمادگی عملیات: تمام سیستم‌های پشتیبان باید مرتباً بررسی و نگهداری شوند تا در صورت بروز یک حمله، بلافاصله در مدار قرار گیرند و تجهیزات آسیب‌دیده را بدون وقفه جایگزین کنند.

این مرحله بر آمادگی و کارایی بالای سیستم‌های پشتیبان و جایگزینی سریع تأکید دارد تا اثرات حملات EMP بر عملکرد سیستم‌ها به حداقل برسد.

3,7 مرحله 7: اجرای پراکندگی جغرافیایی برای سیستم‌های حساس مخابراتی، راداری، آفندی و پدافندی

برای افزایش تاب‌آوری سیستم‌های حیاتی مانند مخابراتی، راداری، آفندی و پدافندی در برابر حملات EMP، ایجاد پراکندگی جغرافیایی در زیرساخت‌های حساس امری ضروری است. این استراتژی شامل موارد زیر است:

پراکندگی فیزیکی سیستم‌ها: به جای متمرکز کردن تمام تجهیزات حساس در یک مکان، آنها باید به صورت جغرافیایی در چندین نقطه پراکنده شوند. این امر از نابودی کل سیستم در صورت وقوع یک حمله EMP جلوگیری می‌کند.

ایجاد زیرساخت‌های موازی و متنوع: ایجاد چندین شبکه ارتباطی، راداری و دفاعی که هر کدام به صورت مستقل عمل می‌کنند و در نقاط مختلف قرار دارند. این زیرساخت‌ها می‌توانند به سرعت جایگزین یا پشتیبان یکدیگر باشند.

کاهش تمرکز سیستم‌های حیاتی: به خصوص در سیستم‌های نظامی و دفاعی، تمرکززدایی از سیستم‌های فرماندهی و کنترلی در مکان‌های پراکنده، خطر از دست رفتن توان عملیاتی در اثر یک حمله EMP را به شدت کاهش می‌دهد.

این مرحله بر کاهش خطر متمرکز شدن آسیب‌ها تأکید دارد، با این هدف که اگر یک بخش از سیستم تحت تأثیر EMP قرار گرفت، سایر بخش‌ها بتوانند بدون وقفه به کار خود ادامه دهند.

4. بحث و نتیجه‌گیری:

حملات EMP یکی از جدی‌ترین تهدیدات برای سیستم‌های الکترونیکی حساس به ویژه در حوزه‌های نظامی و مخابراتی به شمار می‌رود. تدوین و اجرای پروتکل‌های پیشرفته شیلدینگ، ارتینگ، و استفاده از مواد پیشرفته مانند متامتریال‌ها و متاسرفیس‌ها می‌تواند تأثیرات ناشی از این حملات را به حداقل برساند. همچنین، ایجاد سیستم‌های پشتیبان محافظت‌شده و پراکندگی جغرافیایی از دیگر راهکارهای مهم برای مقابله با EMP است.

در پایان، پیاده‌سازی این پروتکل 7 مرحله‌ای می‌تواند زیرساخت‌های حیاتی را در برابر اثرات مخرب EMP مقاوم کند و از تخریب گسترده تجهیزات جلوگیری نماید.

اجرای پروتکل 7 مرحله‌ای مقابله با حملات EMP در سیستم‌های حساس مخابراتی، راداری، آفندی و پدافندی منجر به دستیابی به نتایج زیر خواهد شد:

افزایش تاب‌آوری تجهیزات: با استفاده از شیلدینگ مؤثر و تکنیک‌های ارتینگ، تجهیزات حساس به طور قابل توجهی در برابر اثرات منفی EMP محافظت خواهند شد و به این ترتیب تاب‌آوری آنها در شرایط بحرانی افزایش می‌یابد.

کاهش زمان downtime: جایگزینی سریع و بلادرنگ سیستم‌های آسیب‌دیده با ادوات پشتیبان، زمان downtime (عدم کارکرد) را به حداقل می‌رساند و اطمینان از تداوم عملیات حیاتی را فراهم می‌کند.

کاهش آسیب‌های مالی: با محافظت مؤثر از تجهیزات و سیستم‌ها در برابر حملات EMP، هزینه‌های ناشی از خرابی و تعمیرات در نتیجه این حملات به طور چشمگیری کاهش خواهد یافت.

بهبود پاسخگویی: سیستم‌های هشدار بلادرنگ و مکانیزم‌های شیلدینگ سریع، پاسخگویی به شرایط اضطراری را تسهیل کرده و احتمال آسیب به تجهیزات حساس را کاهش می‌دهند.

افزایش امنیت ملی: با اجرای این پروتکل، زیرساخت‌های دفاعی و ارتباطی کشور در برابر تهدیدات EMP ایمن‌تر خواهد شد و امنیت ملی به طور کلی تقویت می‌شود.

این نتایج نه تنها موجب حفاظت بهتر از تجهیزات حساس می‌شود، بلکه به تقویت قابلیت‌های عملیاتی و بهبود عملکرد کلی سیستم‌های حیاتی کمک خواهد کرد.

سوالات کلیدی طرح

1. چگونه می‌توان برنامه‌های آموزشی کارآمد و مداومی برای کارمندان مراکز حساس تدوین کرد که نه تنها شامل تئوری، بلکه تمرینات عملی نیز باشد؟
2. چه معیارهایی برای ارزیابی سطح آگاهی و آمادگی کارمندان در برابر تهدیدات الکترومغناطیسی باید در نظر گرفته شود؟
3. آیا استانداردها و دستورالعمل‌های بین‌المللی مشخصی برای طراحی سایت‌های دفنی و زیرزمینی به منظور محافظت در برابر EMP وجود دارد؟
4. چه تجهیزات و تسهیلاتی باید برای سایت‌های دفنی فراهم شود تا بتواند به عنوان مکانی امن و قابل اعتماد برای نگهداری تجهیزات حیاتی عمل کند؟
5. پراکندگی جغرافیایی زیرساخت‌های حساس در چه مناطقی از نظر اقتصادی و امنیتی بهینه‌ترین نتیجه را خواهد داشت؟
6. چگونه می‌توان اطمینان حاصل کرد که سیستم‌های هشداردهنده نصب شده، به صورت بلادرنگ عمل کرده و قادر به شناسایی دقیق و سریع EMP هستند؟
7. قفس‌های فارادی چه مشخصاتی باید داشته باشند تا از تجهیزات حساس در برابر انواع مختلف امواج الکترومغناطیسی محافظت کنند؟
8. چه نوع شیلدینگ‌هایی برای کابل‌ها و اتصالات باید در نظر گرفته شود تا از عبور امواج مخرب جلوگیری کند؟
9. استفاده از فیبر نوری چه مزایای دیگری در مقایسه با کابل‌های مسی دارد و آیا محدودیت‌های اجرایی یا اقتصادی خاصی در این مورد وجود دارد؟
10. در تأمین برق مستقل برای اتاق‌های سرور، چه معیارهایی باید رعایت شود تا عملکرد این تجهیزات در زمان‌های بحرانی تضمین گردد؟
11. سیستم ارتینگ ترکیبی و آرایه‌ای چه نوع ساختاری باید داشته باشد و از چه موادی باید استفاده شود تا حداکثر کارایی را در مقابله با EMP داشته باشد؟
12. در زمینه استفاده از متامتریال‌ها، آیا مواد خاصی وجود دارند که عملکرد بهتری در جذب امواج الکترومغناطیسی داشته باشند؟
13. نصب وریستورها و تجهیزاتی که وظیفه جذب نوسانات ولتاژ را دارند، چگونه باید به گونه‌ای انجام شود که حفاظت حداکثری از مدارهای حساس به دست آید؟
14. آیا نصب توری فلزی پهن شده روی زمین در هر مکانی مناسب است یا باید تحلیل خاصی از میدان‌های مغناطیسی محیط انجام گیرد؟

15. به منظور افزایش سرعت در جایگزینی سیستم‌های حساس پشتیبان، چه فرایندها و دستورالعمل‌هایی باید تدوین و آزمایش شوند؟
16. آیا فناوری‌ها و متدهای جدیدتری در حوزه ایزوله‌سازی و شیلدینگ برای مراکز حساس در حال توسعه است که بتوانند در این طرح به کار گرفته شوند؟
17. چگونه می‌توان مطمئن شد که فرآیند جایگزینی سریع و بلادرنگ تجهیزات در صورت بروز اختلال، بدون تاخیر و با حداکثر کارایی انجام می‌شود؟
18. نصب و نگهداری ژنراتورهای پشتیبان و سیستم‌های تغذیه اضطراری به چه شیوه‌هایی باید انجام گیرد تا در شرایط اضطراری بهترین عملکرد را داشته باشند؟
19. چه اقداماتی می‌توان برای کاهش هزینه‌های اجرای این پروتکل‌ها انجام داد و در عین حال سطح حفاظتی را حفظ نمود؟
20. اجرای این پروتکل‌ها تا چه میزان می‌تواند خطرات اقتصادی ناشی از حملات الکترومغناطیسی را کاهش دهد و چگونه می‌توان این اثرات را به صورت کیفی و کمی ارزیابی کرد؟
21. آیا در اجرای این پروتکل‌ها، موانع قانونی یا محدودیت‌های مقرراتی وجود دارد که باید در نظر گرفته شود؟
22. چه تدابیر خاصی می‌توان برای ارزیابی و بهبود مستمر عملکرد این پروتکل‌ها اتخاذ کرد تا در برابر تهدیدات در حال تکامل آماده باشند؟

شرح خدمات درخواستی

تهیه و ارائه پروتکل جامع برای محافظت الکترونیکی و مخابراتی در مقابل حملات الکترومغناطیسی و الکترونیکی برای مراکز طبقه بندی شده

مدت زمان پیشنهادی برای اجرای طرح: 8 ماه

هزینه تخمینی انجام پروژه: 1,200,000,000 ریال