

Ηλεκτρονικός πόλεμος και επικίνδυνα πεδία!

Από τους S.H.J.A. Vossen
και B.J.A.M. van Leersum

Ο άνθρωπος έχει αρχίσει τα πειράματα με τον ηλεκτρισμό, από τότε που αυτός ανακαλύφθηκε. Μέσα από τα πειράματα αυτά προέκυψαν πολλά καλά, και ο κόσμος μας θα ήταν τελείως διαφορετικός χωρίς όλα αυτά τα ηλεκτρονικά βοηθήματα που έχουν ανακαλυφθεί. Δυστυχώς όμως, υπάρχει και η άλλη όψη του νομίσματος.

Εάν πάρουμε την ακτινοβολία από μία κεραία εκπομπής, την 20πλασιάσουμε και την συγκεντρώσουμε σε μία στενή δέσμη, τότε έχουμε στα χέρια μας ένα πανίσχυρο όπλο! Τέτοια συστήματα διατίθενται ήδη από τον Αμερικάνικο στρατό και τα χρησιμοποιούν για να διαλύουν συγκεντρωμένα πλήθη.

Για παράδειγμα το εποχούμενο σύστημα προστασίας περιοχής (Vehicle Mounted Area Denial System [VMADS]) που εικονίζεται στα **Σχήματα 1 και 2**, εκπέμπει ισχυρά ηλεκτρομαγνητικά (EM) κύματα τα οποία προκαλούν μία έντονη αίσθηση πόνου στο δέρμα. Δεν είναι επίσημα γνωστό εάν υπάρχουν και άλλες συνέπειες στον οργανισμό, αλλά όσοι αναγνώστες διάβασαν το άρθρο σχετικά με το ηλεκτρομαγνητικό νέφος του προηγούμενου Σεπτεμβρίου, αντιλαμβάνονται ότι σίγουρα υπάρχουν και άλλες ενδε-

χόμενες συνέπειες.

Η ισχύς τέτοιων ηλεκτρομαγνητικών όπλων είναι φυσικά ρυθμιζόμενη, και μπορεί να γίνει και πολύ υψηλότερη από αυτή του παραδείγματος που μόλις αναφέραμε.

Ευαισθησία

Στο καθημερινό μας περιβάλλον, έχουμε συνηθίσει να χρησιμοποιούμε ένα μεγάλο σύνολο από ηλεκτρονικές συσκευές και συστήματα. Το σύνολο επίσης των ηλεκτρονικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα αυξάνει συστηματικά. Ακόμη και οι ποδηλάτες ή οι πεζοί εξοπλίζονται με διάφορες μικρές ηλεκτρονικές συσκευές, όπως για παράδειγμα είναι οι δέκτες GPS για τον προσδιορισμό της θέσης και της πορείας που πρέπει να ακολουθηθεί. Οι χρήστες ασύρματων μέσων επικοινωνίας αυξά-

νουν και αυτοί δραματικά, και σίγουρα δεν υπάρχει όριο με τις νέες εξελίξεις της τεχνολογίας.

Όλες λοιπόν αυτές οι συσκευές λειτουργούν με ρεύμα, το οποίον σημαίνει ότι αναπόφευκτα δημιουργούν και κάποια ηλεκτρομαγνητικά πεδία (EM). Το εάν τα πεδία αυτά είναι επιβλαβή, εξαρτάται από την εφαρμογή. Παρόλα αυτά όμως, δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι όλα τα ηλεκτρονικά συστήματα είναι ευαίσθητα σε εξωτερικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Για τον λόγο αυτό οι διάφορες κυβερνητικές υπηρεσίες θέτουν και κάποια όρια στο ποσοστό των ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών (EMI) που το κάθε σύστημα επιτρέπεται να παράγει. Τα συγκεκριμένα προστατευτικά όρια καθορίζονται στα πρότυπα ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (EMC) και αναφέρονται σε συ-

γκεκριμένα προϊόντα ή κατηγορίες προϊόντων.

Στην Ευρώπη, τα πρότυπα EMC καθορίζονται από την Ευρωπαϊκή οδηγία EMC (89/336). Εν τούτοις, οι περισσότερες προδιαγραφές EMC περιορίζονται σε συχνότητες κάτω από τα 1000 MHz, οπότε το τι μπορεί να συμβαίνει με ή σε συσκευές που λειτουργούν σε συχνότητες πάνω από τα 1000 MHz δεν είναι γνωστό.

Σήματα παρεμβολών

Υπάρχουν πάρα πολλοί τρόποι για να παράγει κανείς κατευθυνόμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μεγάλη ισχύ, με σκοπό την δημιουργία παρεμβολών ή ακόμη και την πλήρη απενεργοποίηση ηλεκτρονικών συσκευών. Μία από τις μεθόδους αυτές καλείται "Μικροκύματα Υψηλής Ισχύος" (High- Power Microwaves [HPM]).

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μίας πηγής HPM είναι πολύ δύσκολο να αντιμετωπιστούν, διότι:

- διαδίδονται με την ταχύτητα του φωτός
- είναι αόρατα
- δεν επηρεάζονται από τις καιρικές συνθήκες
- συχνά είναι δύσκολο να ανιχνευθούν
- η αποθήκη τέτοιων "πυρομαχικών" τέλος, είναι απεριόριστη

Τα κύματα HPM είναι δυνατόν να διεισδύσουν σε ένα σύστημα με διάφορους τρόπους. Μπορούν για παράδειγμα να εισέλθουν στο σύστημα είτε με ζεύξη από την "κύρια είσοδο", είτε με ζεύξη από την "πίσω πόρτα" (δείτε το **Σχήμα 3**).

Στην περίπτωση της ζεύξης από την κύρια είσοδο, η ενέργεια ζευγνύεται με το σύστημα μέσω αισθητήρων ή κεραίων που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση ραδιοκυμάτων.

Τα σήματα παρεμβολής είναι δυνατόν να βρίσκονται εντός, αλλά και εκτός της ζώνης συχνότητων στην οποία οι αισθητήρες ή/και οι κεραίες είναι σχεδιασμένες να λαμβάνουν σήματα (ζεύξη εντός ή εκτός ζώνης συχνότητων). Αντίθετα, στην ζεύξη από την πίσω πόρτα, η ενέργεια HPM εισέρχεται στο σύστημα μέσω οπών εξαερισμού, θυρών, καλωδίων κ.λπ. Η HPM συγκρίνεται συχνά με τους ηλεκτρομαγνητικούς παλμούς (EMP), αλλά ένας EMP αποτελεί στην ουσία μια παραλλαγή των μικροκυμάτων υψηλής ισχύος. Οι παλμοί EMP δημιουργούνται από πυρηνικές εκρήξεις οι οποίες προκαλούν μία φυσική αντίδραση με τα μόρια της ατμόσφαιρας.

Κυματομορφές

Η HPM είναι δυνατόν να εμφανιστεί σε τέσσερις διαφορετικές μορφές (δείτε το **Σχήμα 4**). Η συνεχής κυματομορφή που εικονίζεται στο **Σχήμα 4a** χαρακτηρίζεται από την συχνότητα και την ισχύ που φέρει. Η συγκεκριμένη κυματομορφή δημιουργείται συνήθως μέσα σε ένα μικροκυματικό σωλήνα συντονισμού, όπως για παράδειγμα η μάγνητρον που χρησιμοποιείται στους απλούς φούρνους μικροκυμάτων.

Η κυματομορφή με το στενό εύρος συχνοτήτων που εικονίζεται στο **Σχήμα 4b**, αποτελεί την πλέον συνήθη μορφή ακτινοβολίας HPM. Τα χαρακτηριστικά της προσδιορίζονται από την συχνότητα, την μέγιστη στιγμιαία ισχύ, το πλάτος του παλμού ή την ενέργεια που περιλαμβάνει ο κάθε παλμός, την συχνότητα επανάληψης των παλμών, την μέση ισχύ και τον κύκλο επανάληψης. Το πλεονέκτημα της συγκεκριμένης μορφής HPM είναι ότι με σχετικά μικρή μέση ισχύ, είναι δυνατόν να παραχθεί μία μεγάλη στιγμιαία ισχύς.

Υπάρχουν δύο λόγοι για να χρησιμοποιήσει κανείς σαν σήμα παρεμβολής μία επαναλαμβανόμενη κυματομορφή. Ο πρώτος λόγος έχει να κάνει με το γεγονός ότι υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα επιτυχίας, διότι ο συγκεκριμένος χρόνος εμφάνισης της παρεμβολής είναι κρίσιμος. Ο δεύτερος λόγος έχει να κάνει με το ότι σε πολλά συστήματα, για την αντιμετώπιση μικρο-παρεμβολών οι οποίες είναι πιθανόν να εμφανιστούν και εντός των συστημάτων, χρησιμοποιούνται μέθοδοι διόρθωσης σφαλμάτων. Οι εν λόγω όμως μέθοδοι, συχνά αποτυγχάνουν όταν εμφανιστούν πολλαπλές μικρές παρεμβολές με γρήγορο ρυθμό επανάληψης. Οι τύποι των συσκευών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τέτοιων κυματομορφών περιλαμβάνουν σωλήνες οδεύοντων κυμάτων, μάγνητρον, κλειστρον, και εικονικούς καθοδικούς ταλαντωτές (vircators).

Ο τρίτος τύπος κυματομορφής είναι το αποσβενύμενο ημίτονο που εικονίζεται στο **Σχήμα 4c**. Εδώ οι σημαντικές παράμετροι είναι η κύρια συχνότητα, η μέγιστη στιγμιαία ισχύς, ο συντελεστής απόσβεσης, και η ενέργεια των παλμών. Στην περίπτωση όπου η κυματομορφή είναι επαναλαμβανόμενη, σημαντικός είναι επίσης ο ρυθμός επανάληψης παλμών και η μέση ισχύς. Το πλεονέκτημα του συγκεκριμένου τύπου κυματομορφής είναι το ότι μπορεί να παραχθεί μέσω μίας "πηγής διέγερσης", στην

οποία η ενέργεια μεταφέρεται στην κεραία ταχύτατα. Σε μία τέτοια γεννήτρια, οι ακριβές λυχνίες κενού είναι περιττές.

Η τελευταία μορφή κυματομορφής (που εικονίζεται στο **Σχήμα 4d**) καλείται "κυματομορφή υπερ-ευρείας ζώνης". Οι τυπικές παράμετροι αυτής είναι η μέγιστη στιγμιαία ισχύς, ο χρόνος ανόδου, ο χρόνος καθόδου και το εύρος ζώνης συχνοτήτων. Στην συγκεκριμένη κυματομορφή περιλαμβάνεται ένα μεγάλο πλήθος συχνοτήτων, αλλά η μέγιστη στιγμιαία ισχύς της κάθε μίας από αυτές είναι σχετικά μικρή, γεγονός το οποίο μειώνει την επίδραση της στα διάφορα συστήματα.

Και η συγκεκριμένη κυματομορφή είναι δυνατόν να παραχθεί χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση ακριβών λυχνιών κενού. Από την άλλη όμως, απαιτεί μία κεραία η οποία είναι πολύ πιο σύνθετη από τις κεραίες των υπολοίπων κυματομορφών (δείτε το **Σχήμα 5**).

Οδεύοντας προς την ηλεκτρονική βόμβα (E-bomb)

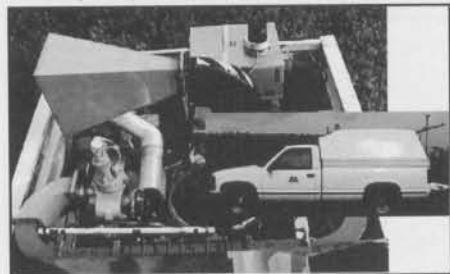
Τα συστήματα που χρειάζονται για την παραγωγή όλων των παραπάνω κυματομορφών είναι θεωρητικά εφικτά. Η εκπεμπόμενη ισχύς είναι ρυθμιζόμενη, με την μέγιστη ισχύ να καθορίζεται από το μέγεθος και την διαθέσιμη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Μία άλλη παραλλαγή είναι ένα σύστημα HPM ενσωματωμένο σε ένα βαλλιστικό ή πυραυλοκίνητο βλήμα. Από τεχνικής πλευράς υπάρχουν δύο επιλογές για τέτοια συστήματα. Η πρώτη επιλογή αφορά την δημιουργία ενός αποκλειστικά ηλεκτρικού συστήματος HPM το οποίο τροφοδοτείται από μία πηγή με αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια, όπως μία μπαταρία, ένας πυκνωτής κ.λπ.

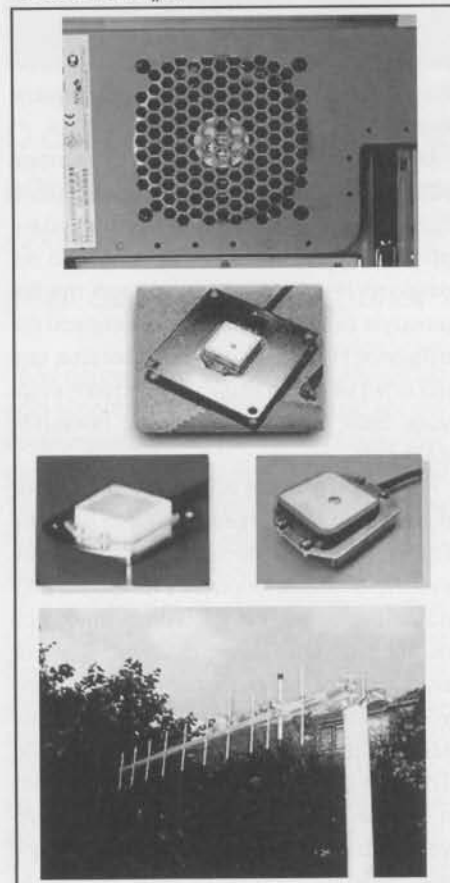
Η δεύτερη επιλογή αφορά την χρήση ενός συστήματος HPM δημιουργούμενο με έκρηξη. Στο σύστημα αυτό, υπάρχει ένας πυκνωτής ο οποίος παράγει ένα αρχικό ρεύμα σε ένα πηνίο, ενώ μέσα στο πηνίο βρίσκεται ένας μεταλλικός σωλήνας ο οποίος είναι γεμάτος με εκρηκτικό υλικό. Η ελεγχόμενη εκτόνωση του εκρηκτικού προκαλεί ταχεία συμπίεση της μαγνητικής ροής. Την ίδια στιγμή η συνολική επιφάνεια και η επαγωγή του πηνίου ελαττώνονται, γεγονός το οποίο προκαλεί απότομη αύξηση του αρχικού ρεύματος σε πολύ υψηλές τιμές (δείτε το **Σχήμα 6**). Ο παλμός που δημιουργείται με τον τρόπο αυτό αποτελεί



Σχήμα 1. Ένα εποχούμενο σύστημα προστασίας περιοχής



Σχήμα 2. Ένα σύστημα HPM, προσαρμοσμένο σε ένα όχημα.



Σχήμα 3. Παραδείγματα διαδρομών ζεύξης από την "κύρια είσοδο" ή την "πίσω πόρτα".

Πίνακας 1. Ταξινόμηση των αποτελεσμάτων της HPM

Κατηγορία	Φυσικό αποτέλεσμα και συνέπειες
Φθορά	Αντικατάσταση συσκευής Επιδιόρθωση Αντικατάσταση ασφάλειας Επιδιόρθωση λογισμικού
Αδυναμία λειτουργίας	Το πρόβλημα παραμένει όσο υπάρχει το σήμα παρεμβολής, και λίγο αφού αυτό απομακρυνθεί (δεν υπάρχει όμως ζημιά στο σύστημα) Η αδυναμία λειτουργίας διαρκεί όσο ο χρήστης απασχολείται με την επίλυση του προβλήματος
Παρενόχληση	Αλλαγή συμπεριφοράς και αδυναμία πλήρους χρήσης (δεν έχουμε ζημιά ή πλήρη απενεργοποίηση) Λίγα σφάλματα, αλλά το σύστημα λειτουργεί
Απάτη	Τροποποίηση των διαδρομών πληροφόρησης, εισαγωγής εσφαλμένων δεδομένων

μία αποσθενύμενη ημιτονική κυματομορφή ή ένα απλό παλμό ευρείας ζώνης και το πεδίο διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις. Ένα μειονέκτημα της ηλεκτρικής βόμβας που περιγράψαμε παραπάνω, είναι ότι μπορεί να εκπέμψει ένα μόνον παλμό, ενώ υπάρχει και ο κίνδυνος θανάσιμων τραυματισμών από τα εκρηκτικά που χρησιμοποιούνται. Ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι μέχρι στιγμής όλες οι απόπειρες να χρησιμοποιηθεί η κατάλληλη κεραία για την διάδοση της εξαιρετικά υψηλής ισχύος που παράγεται από ένα συμπιεστή ροής οδηγούμενο από εκρηκτικά, έχουν αποδειχθεί ανεπιτυχείς.

Κοινωνική προστασία και ασφάλεια

Στην συνέχεια θα παρουσιάσουμε ορισμένα παραδείγματα για το πώς η ακτινοβολία HPM μπορεί να αποτελέσει απειλή για τον άνθρωπο. Θα πρέπει να ξεκαθαρίσουμε ότι τα εν λόγω παραδείγματα είναι τελείως φανταστικά, και σκοπός τους είναι απλώς να ερεθίσουν τον αναγνώστη ώστε να προβληματιστεί πάνω στο συγκεκριμένο ζήτημα.

Σενάριο 1ο

Έχουμε ήδη βιώσει τις τρομοκρατικές επιθέσεις στα δημόσια μέσα μεταφοράς του Λονδίνου. Ας υποθέσουμε λοιπόν ότι μαζί με τα εκρηκτικά οι τρομοκράτες είχαν χρησιμοποιήσει ακτινοβολία HPM. Μέσω της HPM, οι ασύρματες επικοινωνίες μεταξύ των διαφόρων υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης θα

καθίστατο πρακτικά αδύνατη, γεγονός που θα μπορούσε να αυξήσει δραματικά το σύνολο των θυμάτων.

Εκτός αυτού όμως, η HPM θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί για την απενεργοποίηση των συστημάτων επιτήρησης, γεγονός το οποίο θα δυσκόλευε πολύ περισσότερο τις έρευνες για τον εντοπισμό των εισβολέων.

Σενάριο 2ο

Στην σημερινή εποχή, υπάρχει μία εκτεταμένη χρήση των ηλεκτρονικών βοηθημάτων σε πάρα πολλές εφαρμογές. Το ίδιο το διαδίκτυο αποτελεί μέρος της εικόνας αυτής. Οι διάφοροι παροχείς εμπορικών και οικονομικών υπηρεσιών χρησιμοποιούν το διαδίκτυο, προσφέροντας όλο και περισσότερες υπηρεσίες μέσω αυτού. Η πυκνότητα υπολογιστών με σύνδεση στο διαδίκτυο στις πρωτεύουσες των Δυτικών κοινωνιών είναι πολύ μεγάλη, και στις περισσότερες από τις πρωτεύουσες αυτές η σύνδεση με το διαδίκτυο στον υπόλοιπο κόσμο γίνεται μέσω κάποιων κεντρικών κόμβων όπου χρησιμοποιείται ένα μεγάλο πλήθος υπολογιστών. Εάν λοιπόν όλοι αυτοί οι υπολογιστές προσβάλλονταν με HPM έτσι ώστε να μην μπορούν να λειτουργήσουν σωστά, οι επιπτώσεις θα ήταν τεράστιες.

Εάν μάλιστα υποθέσουμε ότι η συγκεκριμένη προσβολή λαμβάνει χώρα την ημέρα όπου γίνεται μεταφορά μισθοδοσίας, και στόχος της παρεμβολής είναι η πρόκληση μίας ολίσθησης δύο δεκαδικών ψηφίων στα

Λίγα λόγια για τους συγγραφείς

Ο Stefan H.J.A. Vossen εργάζεται από το 2002 στην υπηρεσία Observation Systems της TNO Αμυνα Προστασία και Ασφάλεια (Defence, Security and Safety) (η TNO είναι το ινστιτούτο τεχνολογίας και φυσικών επιστημών της Ολλανδίας). Εκτός από την επιστημονική του δραστηριότητα στο ζήτημα των επιδράσεων των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον άνθρωπο και στα συστήματα, έχει επίσης ασχοληθεί με την ανάπτυξη εμπορικών εφαρμογών σχετικών από το συγκεκριμένο γνωστικό πεδίο. Μέσα στα αντικείμενα ενασχόλησης του περιλαμβάνονται η ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα (EMC), οι εσκεμμένες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, ζητήματα υγείας, τα υλικά θωράκισης και οι εφαρμογές σχετικές με τα υλικά αυτά, οι τροφές και κάποιες ιατρικές εφαρμογές. Εκτός από αυτά, ασχολείται ενεργά με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και εφαρμογών (συμπεριλαμβανομένων πολλών εφαρμογών για την TNO) με σκοπό να αντιμετωπίσει τα μελλοντικά προβλήματα.

Ο Bart JAM. van Leersum εργάζεται από το 1995 στην υπηρεσία Observation Systems της TNO Αμυνα Προστασία και Ασφάλεια. Έχει εμπλακεί σε επιστημονικές δραστηριότητες σχετικές με την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον άνθρωπο και τις συσκευές, και είναι υπεύθυνος για την ενημέρωση ως υπεύθυνος του προγράμματος έρευνας. Στα αντικείμενα ενδιαφέροντος του περιλαμβάνονται η EMC, η HPM, οι εσκεμμένες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, οι τεχνολογίες κεραιών, η ολοκληρωμένη σχεδίαση και οι επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην ανθρώπινη υγεία. Οι δραστηριότητες του εκτείνονται από την ανάπτυξη διαφόρων διαστημικών μοντέλων μέχρι την σχεδίαση και εκτέλεση μεθόδων ελέγχου.

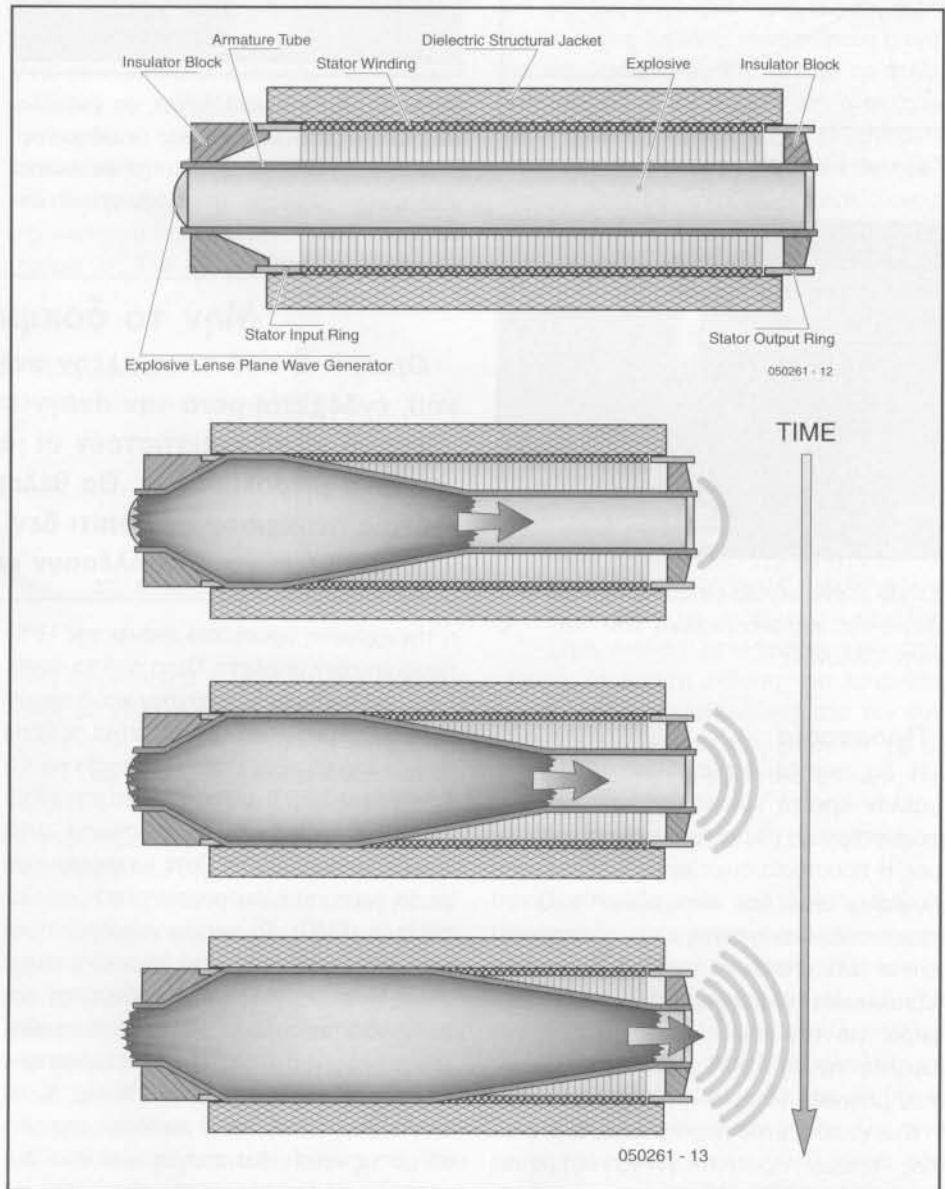
μεταφερόμενα μεγέθη, φανταστείτε την σύγχυση και τα προβλήματα που θα προέκυπταν. Ένα άλλο παράδειγμα είναι τα μηχανήματα αυτόματης ανάληψης (ATM) που χρησιμοποιούν οι τράπεζες. Εάν τα μηχανήματα αυτά μπλοκάρουν λίγες ημέρες πριν τις αγορές των Χριστουγέννων, ο κόσμος θα δυσκολευτεί πολύ στις εορταστικές αγορές του. Εκτός από την σημαντική οικονομική βλάβη στον εμπορικό κόσμο, το γεγονός θα μπορούσε να έχει και μεγάλη συναισθηματική επίπτωση στα παιδιά (δώρα) και σε άλλα άτομα.

Σενάριο 3ο

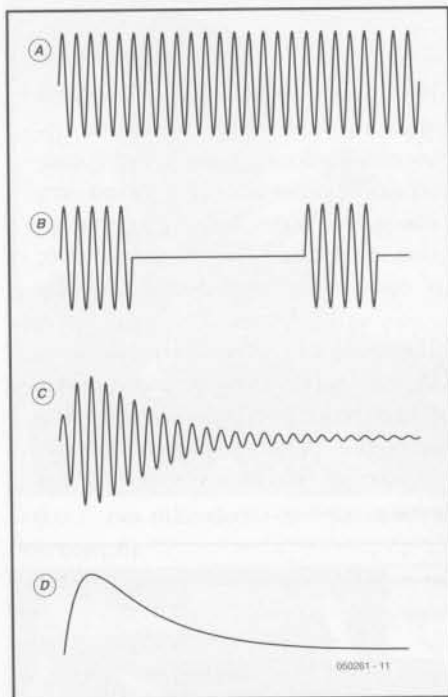
Το παράδειγμα που ακολουθεί, είναι ίσως ένα από τα πιο γνωστά παραδείγματα. Ας υποθέσουμε ότι μία ηλεκτρονική βόμβα (E-bomb), με μορφή βλήματος απελευθερώνει την ενέργεια που φέρει σε μία περιοχή στην οποία βρίσκονται πολλοί και σημαντικοί ηλεκτρονικοί κόμβοι. Ο τρόπος με τον οποίο εκρήγνυται μία ηλεκτρονική βόμβα περιγράφεται στο **Σχήμα 8**, όπου το ηλεκτρομαγνητικό κύμα απεικονίζεται με την μορφή δακτυλίων που διαδίδονται στον αέρα. Όλες οι ηλεκτρονικές συσκευές που θα βρίσκονταν μέσα στους δακτυλίους αυτούς, θα καθίσταντο άχρηστες.

Στα διάφορα μέσα μαζικής ενημέρωσης μπορεί να έχει υπάρξει μία μεγάλη εκμετάλλευση αυτής της ηλεκτρικής βόμβας, με στόχο την αύξηση των δεικτών ακροαματικότητας.

Παρόλα αυτά όμως, οι μηχανικοί και επιστήμονες ανησυχούν όλο και περισσότερο σχετικά με το πόσο εύκολη είναι τελικά η δημιουργία υψηλών σταθμών ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από μία σχετικά μικρή βόμβα.



Σχήμα 6. Ένας συμπιεστής ροής οδηγούμενος από έκρηξη. Η έκρηξη προκαλεί διαπλάντωση του μεταλλικού σωλήνα με αποτέλεσμα το πηνίο να μικραίνει και η ροή να συμπιέζεται προς τα εμπρός. Η ακολουθία αυτή προκαλεί την εκπομπή ηλεκτρομαγνητικών παλμών.



Σχήμα 4. Οι διάφορες κυματομορφές HPM.



Σχήμα 5. Μία κεραία εκπομπής ακτινοβολίας διέγερσης, κατασκευασμένη από την TNO στην Ολλανδία.

Προστασία

Η δημιουργία ακτινοβολίας HPM είναι μάλλον αρκετά εύκολη (ας μην ξεχνάμε τους φούρνους μικροκυμάτων για παράδειγμα). Η προστασία όμως από την HPM είναι δύσκολη, αλλά δεν είναι αδύνατη. Ο πιο σημαντικός παράγοντας είναι τα άτομα τα οποία είναι υπεύθυνα για τους διάφορους εξοπλισμούς και τα συστήματα, να είναι ενήμεροι για την μικροκυματική ακτινοβολία υψηλής ισχύος (HPM) και τους κινδύνους που μπορούν να προκύψουν από αυτήν.

Ένα γνωστό μέσο προστασία είναι ο "κλωβός Faraday". Πρόκειται για μία εξαιρετική λύση σχετικά με την θωράκιση συστημάτων, αλλά από την στιγμή που πρέπει να ανοιχτεί μία οπή στον κλωβό για επικοινωνία, εξαερισμό ή οποιοδήποτε άλλο λόγο,



Σχήμα 7. Μία καμμένη δίοδος σε ένα ολοκληρωμένο (επάνω) και ένας "κολλημένος" υπολογιστής (κάτω). Οφείλονται σε κάποιο εσωτερικό πρόβλημα, ή σε εξωτερικές επιδράσεις;

αναγνώριση της εσκεμμένης δολιοφθοράς (στην περίπτωση στρατιωτικών εφαρμογών για παράδειγμα).

Πόσο θα πρέπει να ανησυχούμε;

Στο παραπάνω άρθρο, αναδείξαμε το πώς και το γιατί η HPM είναι δυνατόν να προκαλέσει παρεμβολές σε διάφορες συσκευές και συστήματα. Η προστασία είναι εφικτή, αλλά προϋποθέτει γνώση της HPM. Πέραν αυτού, η εύρεση ενός μοναδικού και απλού κανόνα προστασίας από την HPM είναι πολύ δύσκολη, δεδομένου ότι ένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας HPM έχει να κάνει με το ότι η μορφή της απειλής δεν είναι προβλέψιμη λόγω του μεγάλου πλήθους επιλογών. Είναι σίγουρο ότι στο μέλλον η HPM θα χρησιμοποιηθεί σε μεγάλη κλίμακα, δεδομένου ότι πρόκειται για ένα πολλά υποσχόμενο μη θανατηφόρο όπλο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο στρατιωτικό ή πολιτικό πεδίο αντιπαραθέσεων, για την πρόληψη εγκλημάτων. Είναι φυσικό βέβαια ο κόσμος να ανησυχεί ότι την συγκεκριμένη τεχνολογία θα

Μην το δοκιμάσετε στο σπίτι!

Ορισμένοι από τους πλέον ανήσυχους αναγνώστες του περιοδικού, ενδέχεται μετά την ανάγνωση του άρθρου να μπουν στον πειρασμό να πειραματιστούν οι ίδιοι με τον παλιό για παράδειγμα φούρνο μικροκυμάτων. Θα θέλαμε να σημειώσουμε με έμφαση ότι τέτοια πειράματα στο σπίτι δεν ενδείκνυνται, δεδομένου ότι είναι σε θέση να προκαλέσουν και **θανατηφόρες καταστάσεις!**

η παρεχόμενη προστασία έναντι της HPM παύει να είναι απόλυτη. Πέρα από τα συνηθισμένα μεταλλικά υλικά, υπάρχουν και διάφορα άλλα συνθετικά υλικά τα οποία είναι σε θέση να παράσχουν εξαιρετική προστασία και να βοηθήσουν στην θωράκιση έναντι της HPM. Σε γενικές γραμμές, τα συστήματα αυτά είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να συμφωνούν με τα πρότυπα ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (EMC). Τα χρησιμοποιούμενα μέτρα αναγνωρίζονται από χαρακτηριστικά όπως είναι οι ειδικές οπές οδήγησης καλωδίων, οι σχισμές θωράκισης και τα ελάσματα επαφής στα κουτιά των υπολογιστών.

Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1, τα αποτελέσματα της HPM μοιάζουν σημαντικά με τις απλές διαταραχές που είναι δυνατόν να εμφανιστούν σε συσκευές και συστήματα, κάτω από κανονικές συνθήκες λειτουργίας (δείτε το Σχήμα 7). Το γεγονός αυτό καθιστά ιδιαίτερα δύσκολη την

μπορούσαν να την χρησιμοποιήσουν και οι άλλοι για την πρόκληση ζημιών σε μεγάλη κλίμακα. Παρόλα αυτά, η προσωπική μας εκτίμηση είναι ότι ένα τέτοιο ενδεχόμενο είναι μάλλον απίθανο να συμβεί δεδομένου ότι είναι δύσκολο για τους άλλους να αναλάβουν (και να αποδείξουν) την ευθύνη μιας τέτοιας επίθεσης, κυρίως λόγω της δυσκολίας στην ανίχνευση και την μη προβλεψιμότητα των αποτελεσμάτων της HPM. Αυτό που έχει μέχρι στιγμής δείξει η πράξη, είναι ότι π.χ. οι τρομοκράτες -δυστυχώς- προτιμούν ενέργειες με υψηλά επίπεδα βίας και θανάτων.

(050261-1)

Για περισσότερες πληροφορίες, ιδέες, παρατηρήσεις και προτάσεις επισκεφτείτε το **Forum**.
www.elektor.gr/forum