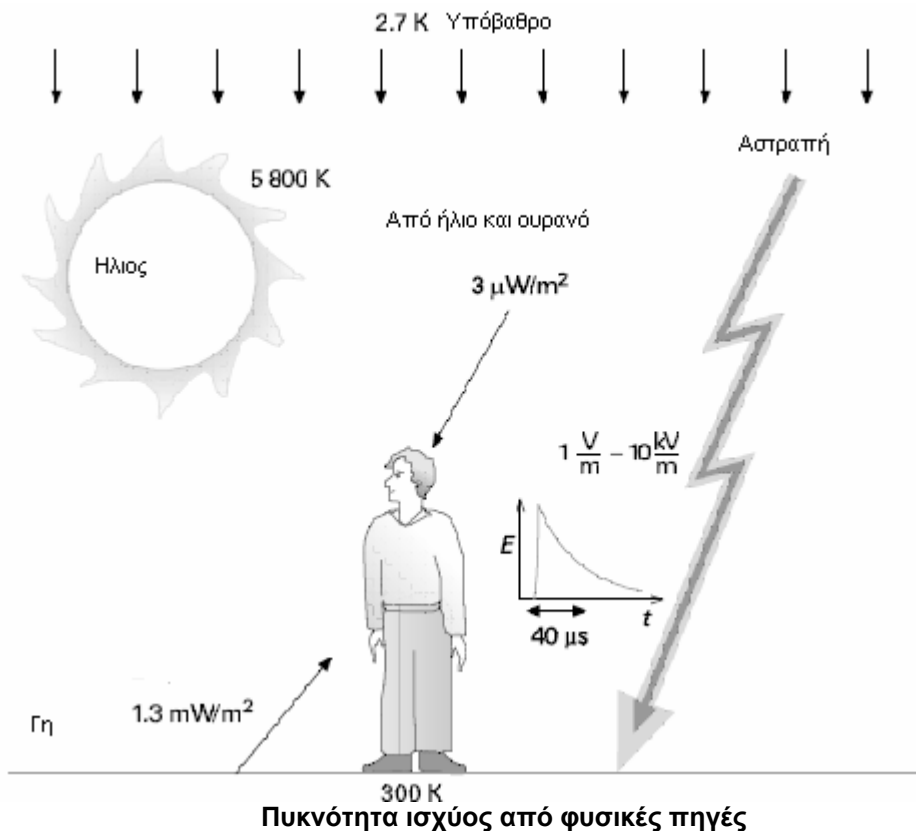


ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΗ ΙΟΝΙΖΟΥΣΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Όποτε ακούτε ραδιόφωνο, βλέπετε τηλεόραση, στέλνετε SMS χρησιμοποιείτε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (ΗΜΑ). Η ΗΜΑ ταξιδεύει με μορφή κύματος και καλύπτει ένα ευρύτατο φάσμα, από μεγάλου μήκους κύματος ραδιοκύματα μέχρι μικρού μήκους ακτίνες γάμμα. Το ανθρώπινο μάτι μπορεί να ανιχνεύσει μόνο ένα μικρό κομμάτι αυτού του φάσματος, την περιοχή του ορατού. Ως μη ιονίζουσα ορίζουμε την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με συχνότητα χαμηλότερη από αυτή των υψηλών υπεριωδών. Ο ήλιος είναι μια πηγή ενέργειας όλων των μηκών κύματος και εκπέμπει συνεχώς. Η ατμόσφαιρα της γης απορροφά κάποιο ποσοστό αυτής της ενέργειας.



Στοιχεία θεωρίας

Ο ηλεκτρισμός μπορεί να είναι στατικός (όπως όταν τα μαλλιά σας στέκονται όρθια). Ο μαγνητισμός μπορεί επίσης να είναι στατικός, όπως ένας μαγνήτης στην πόρτα του ψυγείου σας. Όμως όταν ένα μαγνητικό πεδίο μεταβάλλεται επάγει ένα μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο και αντίστροφα. Ο συνδυασμός των δύο μεταβαλλόμενων πεδίων σχηματίζει το ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα δεν απαιτούν μέσο διάδοσης: διαδίδονται και στο κενό.

Ο James Clerk Maxwell διατύπωσε στα 1860-1870 την επιστημονική θεωρία που εξηγεί τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Παρατήρησε ότι ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία μπορούν να συνδυαστούν και να σχηματίσουν ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Οι σχέσεις μεταξύ ηλεκτρισμού και μαγνητισμού περιγράφονται από τις εξισώσεις Maxwell.

Νόμος Gauss: $\oint \vec{E}d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$ Η ροή ηλεκτρικού φορτίου E μέσα από κλειστή

επιφάνεια, οφείλεται στο φορτίο που περικλείεται από την επιφάνεια. **Το ηλεκτρικό φορτίο παράγει ηλεκτρικό πεδίο.**

Νόμος Gauss: $\oint \vec{B}d\vec{A} = 0$ Η ροή μαγνητικού πεδίου B μέσα από κλειστή επιφάνεια είναι 0. **Δεν υπάρχουν μαγνητικά μονόπολα.**

Νόμος Faraday: $\oint \vec{E}d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ **Μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο ροής Φ παράγει μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο E.**

Νόμος Ampere: $\oint \vec{B}d\vec{s} = \mu_0 i + \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \int \vec{E}d\vec{A}$ Ροή ρεύματος i και **μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό φορτίο E δημιουργούν μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο B.**

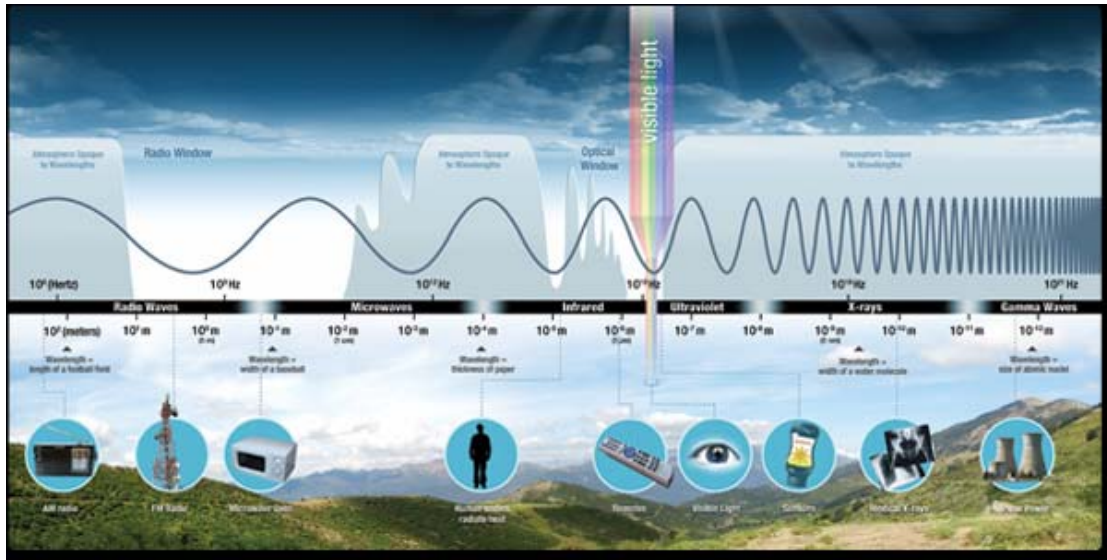
Ο Heinrich Hertz εφάρμοσε τη θεωρία του Maxwell προκειμένου να εκπέμψει και να ανιχνεύσει ραδιοκύματα. Η μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι το hertz προς τιμήν του. Τα πειράματα του Hertz απέδειξαν ότι η ταχύτητα διάδοσης των ραδιοκυμάτων ήταν ίση με την ταχύτητα του φωτός, άρα και το φως είναι μια μορφή κύματος. Επίσης πέτυχε την εκπομπή ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων από κεραίες.

Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα διαδίδεται με τις δύο συνιστώσες (ηλεκτρική και μαγνητική), να έχουν σταθερό ρυθμό έντασης και να ταλαντώνονται σε φάση κάθετα μεταξύ τους καθώς και στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.



Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα λοιπόν παράγονται από χρονικά μεταβαλλόμενα ρεύματα και φορτία και μεταφέρονται είτε μέσω γραμμών είτε στο κενό. Μια κεραία μπορεί να εκπέμψει και να ανιχνεύσει ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Το κύριο χαρακτηριστικό της ΗΜΑ είναι η συχνότητα του κύματος. Στο σχήμα φαίνεται το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Η αλληλεπίδραση της ΗΜΑ με βιολογικά συστήματα εξαρτάται τόσο από τη συχνότητα όσο και από την ισχύ της ακτινοβολίας.



Φάσμα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Περιοχή ραδιοσυχνοτήτων 30MHz-2,5GHz

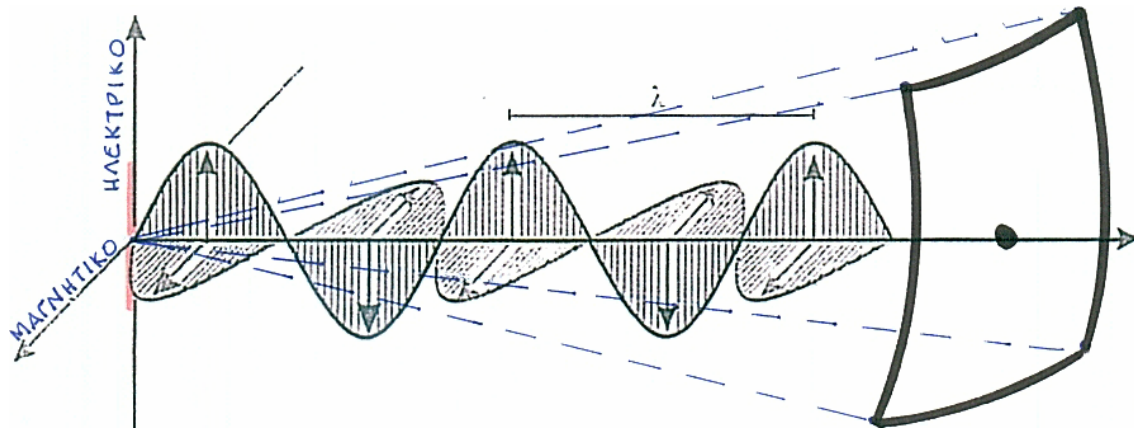
Η ανίχνευση και μέτρηση ΗΜΑ εξαρτάται επίσης από τη συχνότητά της. Η περιοχή συχνοτήτων την οποία θα μελετήσουμε σήμερα περιλαμβάνει ηλεκτρομαγνητικά κύματα ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών μεταδόσεων, τις ζώνες εκπομπής των τριών συστημάτων κινητής τηλεφωνίας, την ζώνη εκπομπής ασύρματων τηλεφώνων (DECT), ασύρματων δικτύων και Bluetooth συσκευών.

Τύπος	Εύρος συχνοτήτων	Ισχύς εκπομπής
TV - FM	50-800MHz	10-50kW
GSM (Σ.Β)	900 και 1800MHz	100W
UMTS (Σ.Β.)	1900-2200	100W
GSM		0,25 -0,125 W
UMTS		0,125W
DECT	1880-1900MHz	0,09
WLAN	2,4GHz	0,100
Bluetooth	2,45GHz	0,1-0,002-0,001

Οι μονάδες μέτρησης που χρησιμοποιούμε αφορούν την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε Volt/meter (V/m), την ένταση του μαγνητικού πεδίου σε Ampere/meter (A/m) καθώς και την πυκνότητα ισχύος που μεταφέρεται από το μαγνητικό κύμα σε Watt/m² (W/m²). Όταν η μέτρηση γίνεται σε ικανή απόσταση από την κεραία εκπομπής (απόσταση μεγαλύτερη από δύο μήκη κύματος) η ένταση E του ηλεκτρικού πεδίου και η ένταση H του μαγνητικού πεδίου συνδέονται μεταξύ τους και με την πυκνότητα ισχύος S που μεταφέρεται μέσω των σχέσεων:

$$E=Z_0 \times H \quad (Z_0=377\Omega)$$

$$S=E \times H$$



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

(Για την άσκηση αυτή δεν γράφετε φύλλο έργου. Συμπληρώνετε τα αποτελέσματα στις σελίδες που ακολουθούν και τις αφήνετε για βαθμολόγηση)

Μετρήσεις

Θα χρησιμοποιήσετε έναν αναλυτή φάσματος με την κατάλληλη κεραία για να μετρήσετε χαρακτηριστικά μεγέθη ΗΜΑ.

1. Η εικόνα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος ισχύει για αποστάσεις άνω των δύο μηκών κύματος από το σημείο εκπομπής (συνθήκες μακρινού πεδίου). Σε κοντινότερες αποστάσεις η εικόνα των πεδίων είναι αρκετά πεπλεγμένη (συνθήκες κοντινού πεδίου). Ποια είναι η απόσταση συνθηκών μακρινού πεδίου για ηλεκτρομαγνητικό κύμα συχνότητας
 - a. 50Hz
 - b. 1900MHz
 - c. 5GHz

(Υπενθυμίζεται ότι ισχύει $c=\lambda \times f$, $c=3 \times 10^8 \text{m/sec}$)

2. Σε ποιες περιοχές συχνοτήτων καταγράφονται τιμές έντασης πάνω από το βασικό σήμα; Σε τι τύπο εκπομπής αντιστοιχούν; Ποια η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε κάθε περιοχή;

Τύπος εκπομπής	Περιοχή συχνοτήτων	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου

3. Χρησιμοποιείτε ένα κινητό τηλέφωνο για κλήση σε λειτουργία 2G και 3G. Εμφανίζονται διαφορές στην ένταση ηλεκτρικού πεδίου; Στις ίδιες περιοχές συχνοτήτων;

	Συχνότητα	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου
2G		
3G		

4. Επαναλάβετε την προηγούμενη διαδικασία για ομιλούσα κλήση σε κινητό τηλέφωνο. Τι παρατηρείτε;

5. Υπολογίστε την πυκνότητα ισχύος του πεδίου για πέντε από τις τιμές έντασης ηλεκτρικού πεδίου που έχετε μετρήσει.