

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



Nguyễn Văn Công

**NGHIÊN CỨU VÀ XÂY DỰNG QUY TRÌNH ĐO PHƠI NHIỆM
ĐIỆN TỬ TRƯỜNG TỪ THIẾT BỊ ĐIỆN TỬ ĐỐI VỚI CON NGƯỜI**

Chuyên ngành : Kỹ thuật viễn thông

Mã số: 8.52.02.08

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ

HÀ NỘI - 2022

Luận văn được hoàn thành tại:

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Người hướng dẫn khoa học: **TS. Nguyễn Việt Hưng**

Phản biện 1: **PGS. TS. Bùi Trung Hiếu**

Phản biện 2: **PGS. TS. Bạch Nhật Hồng**

Luận văn sẽ bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Vào lúc: 9 giờ 15' ngày 02 tháng 7 năm 2022

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Thư viện của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông.

MỞ ĐẦU

Số liệu thống kê mới nhất của GSMA cho thấy, số thuê bao di động trên toàn thế giới hiện đã lên đến 5 tỉ hoạt động theo thời gian thực, tức 2/3 dân số thế giới hiện đang kết nối thông qua dịch vụ di động. Sự tăng trưởng chủ yếu là nhờ vào các thị trường khổng lồ ở châu Á như Ấn Độ. Trên thực tế, có khoảng 55% thuê bao di động hiện đang ở khu vực châu Á – Thái Bình Dương.

Việt Nam hiện nay có 43,7 triệu người đang sử dụng các thiết bị smartphone trên tổng dân số 97,4 triệu dân, tương đương tỷ lệ 44,9%. Theo đó, tính thị trường quảng cáo số Việt Nam của Adsota, Việt Nam hiện nay có 43,7 triệu người đang sử dụng các thiết bị smartphone trên tổng dân số 97,4 triệu dân, tương đương người sử dụng.

Năng lượng vô tuyến phát ra từ điện thoại được cơ thể hấp thụ và tạo thành nhiệt. Tùy theo mức độ mà năng lượng sóng vô tuyến đi vào cơ thể và tạo thành nhiệt mà tác động trực tiếp tới các tế bào trên cơ thể. Vì sóng điện từ có phổ tần rất rộng từ 0 đến vô cùng cộng với khoảng cách tiếp xúc và mức độ che chắn, thời gian tiếp xúc có thể ảnh hưởng xấu tới sức khỏe con người.

Do đó cần phải có những nghiên cứu cần thiết để xác định mức độ an toàn, cụ thể:

- Nghiên cứu, tìm hiểu về vấn đề phơi nhiễm và các tham số
- Đánh giá những ảnh hưởng của sóng điện từ do các thiết bị điện tử được sử dụng thường xuyên tới sức khỏe con người
- Tìm hiểu và xây dựng quy trình đo phơi nhiễm trong thực tế dựa trên những hệ thống, phương pháp mới trên thế giới

Do đó, tôi chọn đề tài ***“Nghiên cứu và xây dựng quy trình đo phơi nhiễm điện từ trường từ thiết bị điện tử đối với con người”***. Luận văn được xây dựng gồm 3 chương với các nội dung chính như sau:

Chương 1: Sóng điện từ và vấn đề phơi nhiễm. Trình bày tổng quan các vấn đề chính về sóng điện từ và nhu cầu cấp thiết xây dựng bài toán đo phơi nhiễm.

Chương 2: Quy trình đo phơi nhiễm và phương pháp tính. Trình bày một số hệ thống đo tỉ lệ phơi nhiễm.

Chương 3: Áp dụng quy trình đo phơi nhiễm. Trình bày về cách sử dụng hệ thống đo mới và những kết quả thực tế đã thu được. Từ đó rút ra đề xuất, nhận xét và kiến nghị.

CHƯƠNG 1. SÓNG ĐIỆN TỪ VÀ VẤN ĐỀ PHƠI NHIỄM

Chương 1 sẽ trình bày khái quát các vấn đề chính về sóng điện từ, các khái niệm cơ bản về phơi nhiễm và mối liên hệ giữa sóng điện từ phát ra từ các thiết bị điện tử con người sử dụng hàng ngày ảnh hưởng tới sức khỏe như thế nào. Đồng thời tổng hợp, hệ thống lại các văn bản quy phạm pháp luật, các tiêu chuẩn, quy chuẩn của bài toán đo kiểm phơi nhiễm tại Việt Nam.

1.1. Sóng điện từ

1.1.1. Tổng quan

Trường điện từ hay điện từ trường (electro magnetic field -EMFs) là một dạng vật chất đặc trưng cho sự tương tác giữa các hạt mang điện. EMFs biến thiên truyền đi trong không gian tạo thành sóng điện từ. Năng lượng điện từ có thể chuyển đổi thành các dạng năng lượng khác như nhiệt, điện, ...

Sóng điện từ gồm điện trường và từ trường, có quan hệ mật thiết với nhau, được ứng dụng rất nhiều trong kỹ thuật viễn thông với tên gọi thông thường là sóng radio/ sóng vô tuyến (radio waves). Một số loại sóng điện từ như: sóng ánh sáng, tia cực tím, sóng radio, tia Gama,...đều có điểm chung giống nhau ở chỗ bức xạ và lan truyền dưới dạng sóng nhưng khác nhau ở tần số dao động, bước sóng, tính chất truyền lan.

1.1.2. Một số đặc điểm của sóng điện từ

Trường điện từ của sóng vô tuyến điện khi lan truyền trong một môi trường (khí quyển) dao động theo một hướng nhất định. Phân cực là hướng dao động của điện trường. Việc sử dụng các phân cực khác nhau của sóng điện từ còn có một ý nghĩa rất lớn trong việc sử dụng hiệu quả tần số trong thông tin vô tuyến.

Phương của đường do đầu mút của vectơ trường điện vẽ lên sẽ xác định các phân cực của sóng. Trường điện và trường từ là các hàm thay đổi theo thời gian. Trường từ thay đổi đồng pha với trường điện và biên độ của nó tỷ lệ với biên độ của trường điện, vì thế ta chỉ cần xét trường điện.

Sóng vô tuyến được hiểu là một dạng bức xạ điện từ trong đó bước sóng khá dài và được đo là dài hơn bước sóng của sóng hồng ngoại. Sóng điện từ được ứng dụng khá nhiều trong cuộc sống.

Sóng vô tuyến được sử dụng trong rất nhiều các sản phẩm cuộc sống, cụ thể:

- Liên lạc vô tuyến: Sóng vô tuyến được áp dụng vào việc liên lạc trao đổi thông tin.

- Ứng dụng trong Y tế: Năng lượng tần số vô tuyến (RF) đã được dùng trong điều trị y tế hơn 75 năm qua nói chung từ các ca phẫu thuật xâm lấn tối thiểu và đông máu, bao gồm cả điều trị ngưng thở khi ngủ chụp cộng hưởng từ (MRI) dùng tần số vô tuyến để tạo ra hình ảnh về cơ thể con người.

- Công nghệ nhận dạng: Công nghệ nhận dạng đối tượng bằng sóng vô tuyến (RFID) sẽ được thực hiện nhằm giám sát và quản lý sách, tạp chí và tài liệu điện tử một cách đơn giản và hiệu quả. Hệ thống RFID sử dụng các thiết bị phát mã RFID dạng nhỏ có gắn chip (gắn thẻ anten điện tử) dính vào từng cuốn sách hay tài liệu hoặc thậm chí được ฝัง bên trong trong suốt quá trình sản xuất. Điều này sẽ giúp cho việc quản lý sách trở nên đơn giản thuận tiện hơn rất nhiều.

- Tia tử ngoại: Tia tử ngoại mạnh hơn tia hồng ngoại nên được sử dụng để diệt tế bào ung thư (dùng trong xạ trị) và sát trùng, diệt khuẩn.

- Tia Gamma: Dùng trong phẫu thuật các khối u hoặc các khối dị dạng động mạch, tĩnh mạch chỉ với một lần. Kính viễn vọng tia gamma dùng quan sát các vụ nổ vũ trụ hoặc hố đen

1.1.3. Mối quan hệ giữa sóng điện từ và sức khỏe con người

Tác động của sóng điện từ lên cơ thể con người có thể chia thành tác động kích thích (tần số thấp) và tác động nhiệt (tần số cao):

- Tần số thấp (dưới 100kHz): gây ra tác động kích thích đối với thần kinh và cơ
- Tần số cao (từ 100kHz trở lên): năng lượng điện từ được hấp thụ vào cơ thể con người và gây ra các tác động nhiệt.

Tác động đầu tiên của năng lượng điện từ lên cơ thể con người là tác động nhiệt.

Cùng với tác động nhiệt, điện từ trường còn gây ảnh hưởng đến hệ thần kinh và não: rối loạn chức năng của hệ thống thần kinh trung ương, biểu hiện dễ nhận thấy là sự mệt mỏi, đau đầu, kém hưng phấn và hay cáu gắt, ...

Điện từ trường còn gây rối loạn chức năng của hệ thống tim mạch và hệ thống trao đổi chất. Sự tác động lâu dài của điện từ trường gây ra hiện tượng đau thắt ở vùng tim. Bức xạ sóng điện từ còn gây ra sự thay đổi về huyết áp.

Ngoài ra, những tác hại của sóng điện từ ảnh hưởng đến cơ thể có thể bao gồm:

- Hệ thống thần kinh và não: gây ảnh hưởng thần kinh.
- Hệ thống nội tiết tố: Khi tiếp xúc với sóng điện từ kéo dài, nồng độ hormone steroid, hormone thần kinh và nồng độ insulin bị suy giảm.

- Stress oxy hóa và tổn thương do gốc tự do: Điều này là một trong những nguyên nhân chính gây ra tổn thương do tất cả các bệnh mãn tính.
- Tấn công DNA tế bào: Nguyên nhân ung thư và tạo ra những thay đổi đột biến ở người.
- Chết rụng tế bào (Apoptosis): Có thể gây ra cả bệnh thoái hóa thần kinh và vô sinh.
- Vấn đề về khả năng sinh sản: Làm giảm hormone giới tính, giảm ham muốn tình dục, tăng nguy cơ sảy thai và tổn thương DNA trong các tế bào tinh trùng.
- Sản xuất quá nhiều canxi nội bào: Cơ thể dễ bị các bệnh về tim mạch, giảm hấp thu chất dinh dưỡng, sỏi thận và rối loạn tiêu hóa.
- Ung thư: 15 cơ chế khác nhau của hiệu ứng bức xạ điện từ trên tế bào có thể làm tăng nguy cơ gây ung thư.

1.2. Về bài toán đo phơi nhiễm

1.2.1. Tổng quan về phơi nhiễm

Phơi nhiễm là hiện tượng xuất hiện khi con người bị đặt trong trường RF hoặc dòng điện tiếp xúc. Trường RF là trường vật lý mà các trạng thái điện và từ của môi trường hoặc không gian tự do, được định nghĩa bằng các véc tơ cường độ điện và cường độ trường từ.

Phơi nhiễm của con người, không phải do trong khi làm việc hoặc do công việc.

Phơi nhiễm trong các điều kiện được khống chế, xuất hiện trong khi làm việc và do bản chất công việc, của những người trưởng thành đã được đào tạo hoặc được thông báo để nhận biết các rủi ro tiềm ẩn và để thực hiện các biện pháp phòng ngừa thích hợp.

1.2.2. Hệ số hấp thụ riêng (SAR)

Cơ thể chúng ta sẽ hấp thụ một phần sóng điện từ khi tiếp xúc với chúng, tỷ lệ hấp thụ phụ thuộc vào công suất nguồn phát, bước sóng và khoảng cách đến nguồn phát. Để đánh giá khả năng hấp thụ sóng điện từ, người ta đưa ra chỉ số SAR (Specific Absorption Rate: tỷ lệ hấp thụ riêng hay hệ số hấp thụ riêng). Hệ số hấp thụ riêng SAR là thước đo mức độ cơ thể người hấp thụ năng lượng trên một đơn vị khối lượng khi tiếp xúc với trường điện từ tần số vô tuyến (RF).

$$SAR = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{dm} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{\rho dV} \right) \quad (1.6)$$

1.3. Các tiêu chuẩn về đo phơi nhiễm và yêu cầu thực tiễn

Trên thế giới, việc quản lý các thiết bị có rủi ro nêu trên đã được tiến hành từ lâu thông qua các luật định liên quan. Thiết bị được quản lý dựa trên tính năng, đó là cường độ phát sóng từ 20 mW trở lên và được sử dụng trong khoảng cách 20 cm tới người.

Tại Việt Nam, hiện tại các thiết bị điện tử cá nhân như: điện thoại di động, laptop là thiết bị được kiểm soát khá chặt chẽ bằng nhiều quy chuẩn như:

- QCVN 12:2015/BTTTT về thiết bị đầu cuối thông tin di động GSM
- QCVN 86:2015/BTTTT về tương thích điện từ đối với các thiết bị đầu cuối và phụ trợ trong hệ thống thông tin di động GSM và DCS
- QCVN 15:2015/BTTTT về thiết bị đầu cuối thông tin di động W-CSMA FDD
- QCVN 54:2011/BTTTT về thiết bị thu phát vô tuyến sử dụng kỹ thuật điều chế trải phổ trong băng tần 2,4GHz
- ...

Tổng cộng có trên 10 quy chuẩn (QCVN) cho điện thoại di động và các thiết bị có phát xạ điện từ, tất cả các Quy chuẩn này đều quy định các chỉ tiêu liên quan đến chất lượng sóng (3G, 4G, wifi, NFC, ...) và tương thích điện từ. Chưa có Quy chuẩn nào kiểm soát sự ảnh hưởng của trường điện từ đến sức khỏe con người, cụ thể là phơi nhiễm.

Kết luận chương 1:

Chương này đã tổng quát lại một vài vấn đề chính liên quan đến trường điện từ và khái quát bài toán phơi nhiễm để thấy được nhu cầu cấp thiết phải xây dựng bài toán đo phơi nhiễm. Thứ nhất là về các tính chất của sóng vô tuyến, việc sử dụng các phân cực khác nhau của sóng điện từ có ý nghĩa rất lớn trong việc sử dụng hiệu quả tần số trong thông tin vô tuyến. Thứ hai là các vấn đề liên quan tới phơi nhiễm, ảnh hưởng của sóng điện từ tới sức khỏe con người. Qua đó cũng tổng hợp lại các văn bản pháp luật đang được áp dụng tại Việt Nam để quản lý về vấn đề phơi nhiễm.

CHƯƠNG 2. QUY TRÌNH ĐO PHƠI NHIỄM VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH

Chương này sẽ tập trung làm rõ mục đích của luận văn, phương pháp đo truyền thống là hệ thống đo trường ngoài và hệ thống đo trường bên trong đang được áp dụng theo quy định của Bộ Thông tin và Truyền thông. Ngoài ra hệ thống DASY52 đang được sử dụng trên thế giới với nhiều lợi ích đem lại.

2.1. Hệ thống đo trường ngoài

2.1.1. Thiết bị khảo sát RF

Thiết bị khảo sát nguy hiểm bức xạ RF: máy theo dõi, thiết bị khảo sát thường là phương tiện hiệu quả để đo và đánh giá nguy hiểm RF tiềm ẩn

Thiết bị khảo sát RF gồm 3 thành phần:

- Đầu dò là một anten được kết hợp với bộ cảm biến hoặc bộ tách sóng. Đầu ra từ đầu dò đã được tách sóng có đáp tuyến tần số phẳng là phép đo trực tiếp cường độ trường điện từ.
- Dây dẫn: mang tín hiệu đến đồng hồ đo. Để không gây nhiễu trường, dây dẫn có thể có dạng các sợi dây trở kháng cao hoặc dạng sợi quang.
- Đồng hồ đo.

2.1.2. Đặc tính của hệ thống

Nguồn cung cấp điện: sử dụng nguồn độc lập, được cách ly chống ảnh hưởng với trường ngoài bằng vỏ và bộ lọc khử ghép thích hợp. Phân cực: cần có đáp tuyến với các thành phần phân cực của trường điện từ khi kết hợp các anten của đầu dò. Đại lượng đo: Việc đánh giá mức độ nguy hiểm đối với con người căn cứ vào các tham số:

- Trung bình mật độ dòng năng lượng-sóng phẳng tương đương
- Cường độ trường điện trung bình bình phương
- Cường độ trường từ trung bình bình phương
- Cường độ trường

Dãy: Dây động thích hợp dùng cho thiết bị đo có đáp tuyến tần số từ -10dB đến +5dB (10% đến 300%) so với 100% giới hạn phơi nhiễm. Bộ ghi đầu ra: cần trang bị bộ ghi đầu ra không gây nguy hiểm cho người vận hành cũng như dễ dàng tính toán trung bình các chỉ số theo không gian và thời gian. Vỏ bọc: Các thiết bị và cáp phải được bọc đủ để không bị nhiễu, gây ảnh hưởng tới kết quả. Điều biến: Thiết bị đo không phụ thuộc vào bất kỳ sự điều biến nào, thể hiện rõ các tham số hiệu dụng cần thiết. Điện tích tĩnh điện: cần xác định được mức

độ sai lỗi do nhạy với điện tích tĩnh điện (thường do cảm ứng trên đầu dò hoặc hệ thống cần khảo sát).

2.1.3. Quy trình đo trường ngoài

Quy trình đo trường ngoài về cơ bản bao gồm 2 bước chính:

Bước 1: Thực hiện đo tại các vị trí. Các trường hợp, thiết bị và các vị trí đặt đầu dò tương ứng cụ thể tại các mục 2.1.3.1, 2.1.3.2 và 2.1.3.3.

Bước 2: Ghi nhận kết quả, tính toán và chuyển đổi.

2.1.3.1. Một nguồn, trường xa

Thiết bị đo được sử dụng với anten thông thường đã hiệu chuẩn như anten loa hoặc anten lưỡng cực hoặc có thể sử dụng đầu dò nguy hiểm đẳng hướng. Phân bố trường không đồng đều ở mức cao có thể được tạo ra từ phản xạ nhiều chiều, đặc biệt là dải tần số lớn hơn 300MHz. Cần sử dụng loạt các phép đo trên bề mặt vuông có cạnh 1m hoặc 2m để đánh giá mức độ phơi nhiễm ở một khu vực bất kỳ. Phép đo cần được thực hiện gần vật thể kim loại bức xạ lại với mép của đầu dò ở khoảng cách là ba lần chiều dài đầu dò đó.

2.1.3.2. Nguồn phức, trường xa

Xung quanh chúng ta luôn tồn tại nhiều nguồn bức xạ khác nhau. Để đo trường phát sinh từ nhiều nguồn trong không gian, cần sử dụng đầu dò đẳng hướng băng rộng. Do có sự tương tác trường của các nguồn khác nhau này cũng như hiệu ứng sóng đứng gây ra nên cần quét theo thể tích không gian vùng đo. Xác định các điểm giao nhau giữa các ô và thực hiện phép đo đánh giá tại các điểm cố định này. Diện tích đang xét cần được chia thành nhiều ô có diện tích tương ứng từ 1 m^2 tới 3 m^2 tùy theo diện tích vùng đang xét để phân chia ô. Không thể sử dụng đầu dò đơn trục lưỡng cực tuyến tính hoặc anten phân cực tuyến tính để xác định dữ liệu chính xác trong trường hợp nhiều nguồn có phân cực chưa biết.

2.1.3.3. Trường gần

Phải sử dụng đầu dò với anten cảm biến nhỏ để đo gradien bởi vì gradien trường rộng xuất hiện trong trường gần của vật bức xạ. Dàn anten sử dụng cảm biến nhỏ về điện gồm ba lưỡng cực vuông góc, nếu tần số nhỏ hơn 300MHz, một dàn 3 anten vòng vuông góc cảm biến để cung cấp các đặc tính phù hợp với độ phân giải các gradien theo không gian. Sau đó, từ các kết quả đo bởi đầu dò lớn thì ta sẽ lấy trung bình các giá trị theo không gian (diện tích hiệu quả lớn hơn $\frac{1}{4}$ bước sóng theo mặt cắt). Bên cạnh đó thì anten cảm biến nhỏ tạo ra nhiễu trường hơn và không làm thay đổi đặc tính bức xạ của nguồn. Tất cả các trường hợp đều sử

dụng đầu dò đẳng hướng do chúng ta không biết chính xác về sự phân cực của các trường trong trường gần. Tương tự nếu phân cực và bước sóng đã biết thì không cần sử dụng thiết bị đo bang rộng mà có thể dùng đầu dò băng hẹp có đáp tuyến đồng nhất trong một mặt phẳng cố định.

2.2. Hệ thống đo trường bên trong

2.2.1. Thiết bị đo trường bên trong

2.2.1.1. Đầu dò trường E cấy vào được

Để đo cường độ điện trường điện cực bộ bên trong mô ở các điểm định trước, ta sử dụng đầu dò trường E cấy vào được. Có thể sử dụng để quét liên tục theo thời gian thực trong mô hoặc quét tuyến tính. Cơ cấu đẳng hướng gồm ba lưỡng cực bố trí vuông góc được tải trực tiếp bằng đi ốt Schottky (tấm chắn kim loại) tại điểm nuôi. Tín hiệu được chỉnh lưu và biến đổi bằng các đi ốt để truyền đến bộ chuyển đổi dữ liệu qua đường truyền RF trong suốt (đường truyền điện trở cao). Đường truyền này được tạo nên từ dải Teflon thấm cacbon hoặc công nghệ màng dày/mỏng sử dụng nền thạch anh hoặc gốm.

Đầu dò gồm lưỡng cực màng mỏng, và dây dẫn điện trở cao. Đi ốt dạng tấm ở đầu ra ở khe hở lưỡng cực cho phép phát hiện RF từ 1mV trên mW/cm². Cần đặt 3 lưỡng cực vuông góc của đầu dò trong thể tích hình cầu, hình khối từ 1mm tới 5mm. Do đó, cường độ trường và SAR có thể đạt tới độ phân giải cỡ milimet.

2.2.1.2. Đầu dò nhiệt độ cấy được

Đầu dò nhiệt độ có thể sử dụng để đo SAR. Tuy nhiên cần lưu ý là cảm biến nhiệt độ và dây dẫn phải không gây ra ảnh hưởng nhiễu trường, và giá trị SAR phải tương đối lớn để sinh ra nhiệt có thể đo được đó là không thấp hơn vài oát/kilogram. Việc sử dụng sợi quang kết hợp với vật liệu điện trở cao có thể giảm thiểu các hiện tượng nhiễu trường. Do vạch chia của đầu dò nhiệt tương đối nhỏ (cỡ 0.01 C) và thời gian thực tế dài nhất diễn ra của một bức xạ thường dao động từ 5s-30s. Do đó, phương pháp này rất hạn chế và chỉ có thể sử dụng khi mức độ tạo nhiệt (bức xạ) tương đối lớn.

2.2.2. Quy trình đo đối với trường bên trong

Đối với quy trình đo trường bên trong, có các bước thực hiện chính bao gồm:

Bước 1: Chuẩn bị dụng cụ, dung dịch mô phỏng tương ứng với các dải tần số cần kiểm tra.

Bước 2: Thực hiện đo kiểm, ghi nhận kết quả và tính toán. Chi tiết về chuẩn bị thiết bị và công thức tính tại các mục 2.2.2.1, 2.2.2.2 và 2.2.2.3.

2.2.2.1. Đầu dò trường điện cỡ nhỏ

Để đo phân bố SAR cục bộ bên trong mô hình ảo hoặc động vật sống đã gây mê thì ta có đầu dò trường E cấy được, đẳng hướng cỡ nhỏ. Thích hợp để đo SAR cỡ mW/kg.

Chỉ số SAR có thể được xác định như sau:

$$SAR = \frac{1}{\rho} \omega \varepsilon_0 \varepsilon'' E^2 \quad \text{W/kg} \quad (2.1)$$

$$SAR = \frac{\sigma}{\rho} E^2 \quad \text{W/kg} \quad (2.2)$$

Trong đó:

- ρ : là khối lượng riêng (kg/m³)
- ω : là hằng số điện môi của không gian tự do (F/m)
- ε'' : là phần ảo của hằng số điện môi phức tương đối
- f : là tần số góc (2 π f)
- σ : là độ dẫn (S/m)
- E: cường độ trường điện hiệu dụng tại điểm trong cơ thể (V/m)

Các đầu dò cỡ nhỏ này phải thích hợp để đo trường bên trong mô sinh học mô phỏng hoặc mô sinh học thực có lượng nước từ thấp đến cao, đặc biệt là độ nhạy phải lớn hơn đầu dò nhiệt độ. Thực hiện phép đo tại nhiều điểm bên trong mô hình mô phỏng hoặc thực tế. Do các đối tượng sinh học bị phơi nhiễm thì sẽ tồn tại gradien theo không gian và có sóng đứng, nên cần đủ dữ liệu tại các điểm để phác họa phân bố SAR. Tại mỗi điểm này, lấy tổng của các đầu ra của ba lưỡng cực vuông góc với nhau tại vị trí đầu dò.

2.2.2.2. Sử dụng đầu dò nhiệt độ

Nguyên tắc sử dụng đầu dò nhiệt độ không gây nhiễu để đo SAR là rất đơn giản, nhưng khó để thu thập được dữ liệu chính xác. Mục đích của phương pháp này là đo độ tăng nhiệt do bức xạ gây ra theo thời gian () ở các vị trí định sẵn trong mô hoặc vật liệu mô phỏng. Do đó độ sai số có thể kể đến như tổn thất nhiệt, bổ sung nhiệt do đối lưu, dẫn nhiệt...là rất quan trọng. Ta xác định được SAR tính từ độ dốc tuyến tính như sau:

$$SAR = \frac{\Delta T \times c}{\Delta t}$$

2.2.2.3. *Phép đo nhiệt lượng*

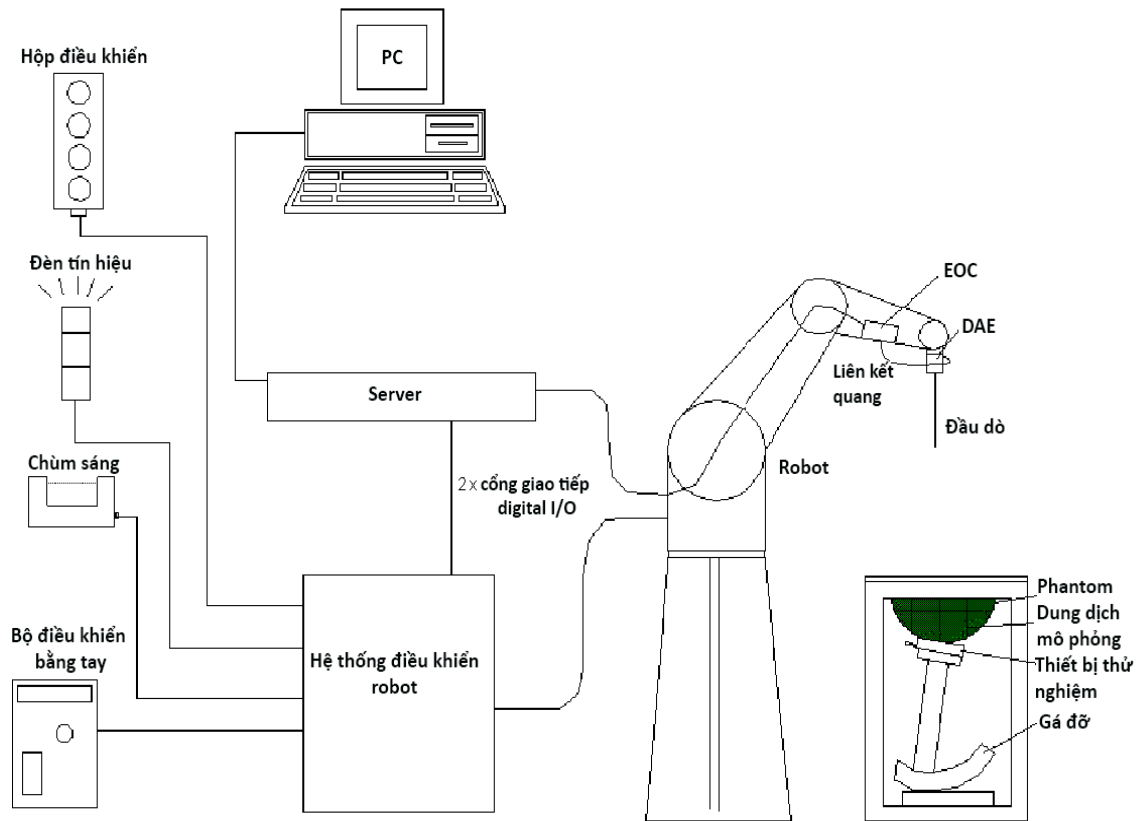
Phương pháp này được sử dụng để tính toán giá trị SAR trung bình trên toàn bộ cơ thể người. Bằng cách sử dụng thiết bị đo nhiệt lượng (thường là phân lớp gradien). Thiết bị này có tín hiệu ra tỉ lệ với tốc độ dòng năng lượng nhiệt ra khỏi thiết bị-điện áp dương và tốc độ dòng năng lượng đi vào-điện áp âm.

Vật thể thử nghiệm có thể là mô hình con người tương đương hoặc động vật được gây mê được chiếu trong thời gian đo và đặt cùng đồng hồ đo nhiệt lượng. Điện áp ra của đồng hồ được theo dõi và ghi chép lại cho đến khi nhiệt năng gây ra ra khỏi vật thể thử nghiệm và trở về trạng thái nhiệt ban đầu. Ta thu được diện tích bên dưới đường biến thiên điện áp của đồng hồ đo, nhân với hằng số hiệu chuẩn của thiết bị để thu được tổng năng lượng lưu lại. SAR trung bình thu được từ chia công suất (w) (tốc độ lưu lại năng lượng) cho khối lượng (kg) của vật thể. Phương pháp này mất nhiều thời gian, có thể là vài giờ hoặc vài ngày tùy thuộc vào khối lượng vật thể.

2.3. **Hệ thống DASY52**

Hệ thống DASY52 là thế hệ thứ 5 trong họ sản phẩm hệ thống đo lường sóng điện từ của hãng Schmid & Partner Engineering AG Zeughausstrasse dựa trên nguyên lý tương tự của hệ thống đo trường ngoài.

2.3.1. *Thiết bị đo*



Hình 2.2: Hệ thống thử nghiệm DASY52

Một hệ thống DASY52 gồm các thành phần sau:

- Một cánh tay robot 6 trục có độ chính xác cao tiêu chuẩn với bộ điều khiển và phần mềm để điều khiển đầu dò điện trường đo các điểm khác nhau trong phantom.
- Đầu dò điện trường có hai loại: đầu dò vô hướng (chỉ cung cấp thông tin về biên độ điện trường tại điểm đo) và đầu dò vecto (cung cấp thông tin cả về pha và biên độ của điện trường).
- Một thiết bị điện tử thu thập dữ liệu (DAE) thực hiện khuếch đại tín hiệu, ghép kênh tín hiệu, chuyển đổi AD, đo độ lệch, phát hiện bề mặt cơ học, phát hiện va chạm.
- Bộ chuyển đổi quang điện (EOC) thực hiện chuyển đổi từ tín hiệu quang sang tín hiệu điện cho truyền thông kỹ thuật số tới DAE.
- Chức năng của máy chủ là thực hiện các tác vụ quan trọng về thời gian như lọc tín hiệu, điều khiển hoạt động của robot và ngắt chuyển động nhanh.
- Tia sáng được sử dụng để căn chỉnh đầu dò. Điều này cải thiện độ chính xác (tuyệt đối) của việc định vị đầu dò.
- Điều khiển từ xa cũng như mạch điện bổ sung để đảm bảo an toàn cho robot như đèn cảnh báo.

- Phantom có 2 loại cơ bản là phantom phẳng (dùng để đo SAR của các thiết bị vô tuyến, điện tử nói chung) và phantom có dạng đầu người (dùng để đo SAR của điện thoại di động).

2.3.2. *Quy trình thử nghiệm*

Quy trình thử nghiệm của phương pháp này dựa trên 2 bộ tiêu chuẩn:

IEC 62209-1: Quy trình đo lường kiểm tra độ hấp thụ của cơ thể người với trường điện từ sinh ra từ các thiết bị liên lạc không dây cầm tay và gắn trên cơ thể.

và IEC 62209-2: Mô hình người, thiết bị và quy trình sử dụng đo độ hấp thụ sóng điện từ sinh ra từ các thiết bị liên lạc không dây cầm tay và gắn trên cơ thể.

Quy trình gồm 3 bước chính:

Bước 1: Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị, hệ thống.

Bước 2: Chạy kiểm tra hệ thống.

Bước 3: Thực hiện đo kiểm 2 bước: Thực hiện quét vùng và quét thu phóng, ghi nhận kết quả.

2.3.2.1. *Chuẩn bị dụng dịch mô phỏng*

Các đặc điểm của mô hình phantom (kích thước và hình dạng) phải tương tự như phần đầu của người trưởng thành. Mô hình phải sử dụng vật liệu có chất điện môi và các đặc tính tương đương với mô đầu con người. Vỏ của phantom bao gồm cả miếng đệm tai phải được chế tạo từ vật liệu có hằng số điện môi và suy hao thấp, với hằng số điện môi ≤ 5 và suy hao $\leq 0,05$.

2.3.2.2. *Kiểm tra hệ thống*

Kiểm tra hệ thống là để xác minh rằng hệ thống hoạt động đúng với các thông số kỹ thuật của nó. Việc kiểm tra hệ thống sẽ được thực hiện để phát hiện sự sai lệch có thể xảy ra và những điểm không ổn định trong hệ thống, như là:

- thay đổi các thông số dung dịch, ví dụ, do nước bốc hơi hoặc thay đổi nhiệt độ
- lỗi thành phần
- lệch thành phần
- lỗi của người vận hành trong thiết lập hoặc các thông số phần mềm
- các điều kiện bất lợi trong hệ thống, ví dụ, nhiễu RF.

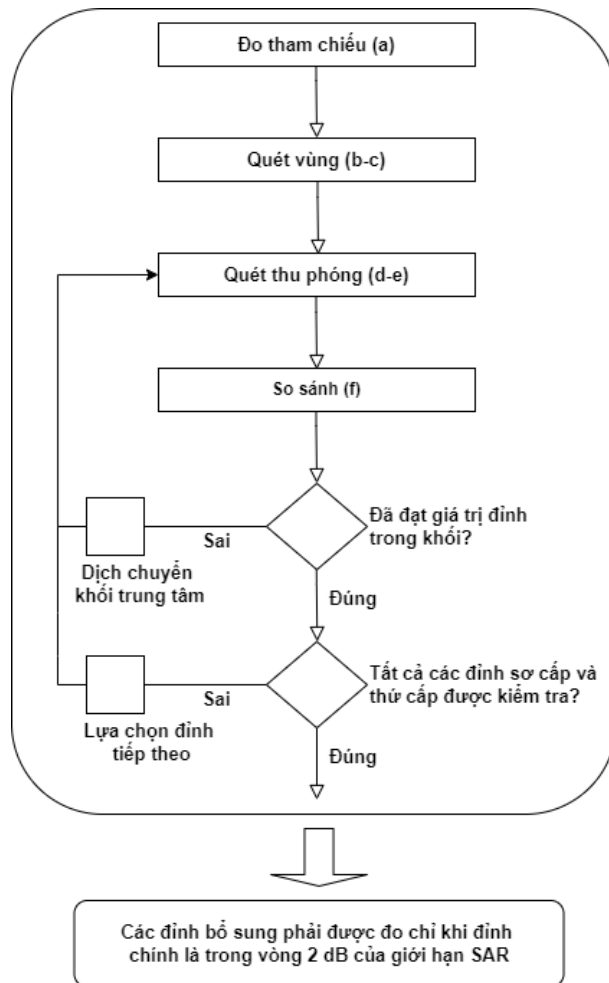
2.3.2.3. *Tần số kiểm tra*

Đối với mỗi chế độ hoạt động của thiết bị cầm tay, các thử nghiệm phải được thực hiện ở kênh gần tâm nhất của mỗi dải tần số phát. Nếu độ rộng của tần số phát băng tần, ($\Delta f = f_{high} - f_{low}$) vượt quá 1% tần số trung tâm f_c của nó, khi đó các kênh tại các tần số thấp nhất và cao nhất của băng tần phát cũng cần được kiểm tra.

2.3.2.4. Các bước thực hiện

Trên thế giới hiện đang có hai phương pháp thử đang được sử dụng rộng rãi, tương ứng là hai ngưỡng yêu cầu khác nhau. Phương pháp thử theo FCC/IEEE được sử dụng tại Bắc Mỹ, Hàn Quốc và ICNIRP được sử dụng ở phần lớn các nước còn lại.

Hai phương pháp thử nêu trên khác nhau chủ yếu ở cách tính toán giá trị trung bình. Phương pháp thử đang được FCC sử dụng tính toán tỷ lệ hấp thụ trên 1gram mô (theo hình lập phương) tại đầu và thân còn phương pháp theo ICNIRP tính toán trên 10gram mô.



Hình 2.12: Sơ đồ các bước thực hiện

Kết luận chương 2:

Chương này đã xét tới một vài phương pháp và qui trình đo phơi nhiễm điện từ từ các thiết bị điện tử, cầm tay sử dụng gần con người. Thứ nhất là về hệ thống đo trường ngoài và

hệ thống đo trường bên trong, các kỹ thuật đo SAR này đang gặp thách thức rất lớn về thời gian đo và tính chính xác trong xác định SAR của thiết bị. Để giải quyết bài toán này, chúng ta sử dụng hệ thống DASY52 cùng các phương pháp, kỹ thuật để ước lượng nhanh, cho phép ta có quy trình đo đơn giản và hiệu quả nhằm xác định giá trị cực đại SAR của thiết bị điện tử có sử dụng ăng ten thu phát sóng

CHƯƠNG 3. ÁP DỤNG QUY TRÌNH ĐO PHƠI NHIỄM

Chương 3 sẽ đi vào triển khai đo thực tế tỷ lệ hấp thụ SAR trên thiết bị di động cụ thể, để thấy được những ưu điểm của hệ thống mới DASY52 như đã nêu ở chương 2. Từ đó rút ra nhận xét, kết luận về các kết quả thu được.

3.1. Thiết bị đo

3.1.1. Đầu dò trường E

Đầu dò được thiết kế và hiệu chuẩn đặc biệt để sử dụng trong chất lỏng ở các tần số khác nhau. Đầu dò này được tích hợp hệ thống phát hiện bề mặt quang học để tránh tiếp xúc với hình nộm.

3.1.2. Bộ thu thập dữ liệu điện

Thiết bị điện tử thu thập dữ liệu (DAE) bao gồm một bộ khuếch đại điện kế có độ nhạy cao với khả năng tự động quy về không, một kênh và bộ ghép kênh chuyển mạch, một bộ chuyển đổi nhanh AD16 bit và một bộ giải mã lệnh và đơn vị điều khiển logic. Việc truyền dữ liệu xuống máy chủ được thực hiện thông qua một đường xuống quang cho dữ liệu và thông tin trạng thái cũng như một đường lên quang cho các lệnh và đồng hồ.

3.1.3. Phantom

Phantom ELI được thiết kế để kiểm tra sự tuân thủ của các thiết bị không dây cầm tay và gắn trên cơ thể trong dải tần từ 30MHz đến 6GHz. ELI4 tương thích với chất lỏng mô phỏng tiêu chuẩn và các dung dịch mô phỏng mô đã biết.

3.1.4. Thiết bị giữ

Được sử dụng kết hợp với phantom SAM V5.0/V5.0c hoặc ELI. Thiết bị gắn cho máy thu phát sóng cầm tay cho phép xoay thiết bị được gắn trên nó đến các vị trí, tọa độ mong muốn. Ở đầu, trục quay ở vị trí lỗ tai mô phỏng khi con người sử dụng thiết bị di động. Giá đỡ thiết bị có thể được khóa để định vị các phần phantom ở các khu vực khác nhau (đầu trái, đầu phải, mặt phẳng). Dễ dàng để gắn nhiều loại thiết bị có kích thước khác nhau như điện thoại thông minh, sách điện tử, máy tính bảng.

3.1.5. Dung dịch mô phỏng

Đối với phép đo phân bố trường bên trong phantom SAM bằng DASY, phantom phải chứa khoảng 25 lít chất lỏng mô phỏng mô cơ thể đồng nhất. Đối với thử nghiệm ảnh hưởng của SAR trên phần đầu, chiều cao dung dịch từ điểm chuẩn của tai (ERP) của phantom đến bề mặt trên 15cm của chất lỏng lớn hơn 15 cm

3.2. Kết quả đo

Công nghệ Cellsafe® Radi Chip™ bao gồm nhiều lớp vật liệu hấp thụ sóng có công thức đặc biệt, kết hợp với một chip PCB và RF thụ động được thiết kế đặc biệt. Các lớp này hấp thụ hầu hết tín hiệu RF được truyền từ ăng-ten của điện thoại di động trong khi chip điều khiển PCB và phân tán tín hiệu về phía sau điện thoại.

Bảng 3.6: Kết quả SAR của mẫu iphone 8/ iphone 8 plus

TT	Băng tần	Chế độ	Vị trí	Kênh	Tần số (MHz)	Mẫu thử	Dùng Smart Radi chip	Đo trên 1g SAR (W/kg)	Đo trên 10g SAR (W/kg)
#01	WCDMA Band V	RMC 12.2Kbps	Má phải	4182	836.4	iphone 8 plus	Có Chip1	0.118	0.082
#02	WCDMA Band V	RMC 12.2Kbps	Má phải	4182	836.4	iphone 8 plus	Không có	0.201	0.139
#03	WCDMA Band V	RMC 12.2Kbps	Má trái	4182	836.4	iphone 8 plus	Có Chip1	0.161	0.111
#04	WCDMA Band V	RMC 12.2Kbps	Má trái	4182	836.4	iphone 8 plus	Không có	0.258	0.178
#05	WCDMA Band V	RMC 12.2Kbps	Má phải	4182	836.4	iphone 8	Có Chip1	0.120	0.084
#06	WCDMA Band V	RMC 12.2Kbps	Má phải	4182	836.4	iphone 8	Không có	0.244	0.170
#07	WCDMA Band V	RMC 12.2Kbps	Má trái	4182	836.4	iphone 8	Có Chip1	0.157	0.108
#08	WCDMA Band V	RMC 12.2Kbps	Má trái	4182	836.4	iphone 8	Không có	0.308	0.215
#09	WCDMA Band II	RMC 12.2Kbps	Má phải	9400	1880	iphone 8 plus	Có Chip1	0.193	0.111
#10	WCDMA Band II	RMC 12.2Kbps	Má phải	9400	1880	iphone 8 plus	Không có	0.550	0.315
#11	WCDMA Band II	RMC 12.2Kbps	Má trái	9400	1880	iphone 8 plus	Có Chip1	0.140	0.084
#12	WCDMA Band II	RMC 12.2Kbps	Má trái	9400	1880	iphone 8 plus	Không có	0.282	0.173
#13	WCDMA Band II	RMC 12.2Kbps	Má phải	9400	1880	iphone 8	Có Chip1	0.171	0.100
#14	WCDMA Band II	RMC 12.2Kbps	Má phải	9400	1880	iphone 8	Không có	0.921	0.529

#15	WCDMA Band II	RMC 12.2Kbps	Left Cheek	9400	1880	iphone 8	Có Chip1	0.134	0.080
#16	WCDMA Band II	RMC 12.2Kbps	Left Cheek	9400	1880	iphone 8	Không có	0.442	0.263

3.3. Kết luận và kiến nghị

Để thấy được tính hiệu quả của hệ thống DASY52, ta sử dụng phép đo SAR bằng đầu dò trường E cây được, đẳng hướng với đường trở kháng cao. Chỉ số SAR có thể tính toán được theo công thức (2.1), thu được kết quả:

Bảng 3.8: Kết quả đo giá trị SAR bằng đầu dò trường E

Kết quả đo được bằng đầu dò trường E					
Băng tần		Giá trị SAR cao nhất			
		Sử dụng Smart Radi chip		Không sử dụng Smart Radi chip	
		1g SAR (W/kg)	10g SAR (W/kg)	1g SAR (W/kg)	10g SAR (W/kg)
iphone 8 plus	WCDMA Band V	0.121	0.089	0.205	0.128
	WCDMA Band II	0.154	0.109	0.350	0.240
iphone 8	WCDMA Band V	0.133	0.106	0.201	0.210
	WCDMA Band II	0.142	0.120	0.788	0.419

Sử dụng phương pháp đo dòng điện tiếp xúc theo quy trình đo trường ngoài. Nối một thiết bị đo dòng điện vào giữa tay và điện thoại di động để đo dòng điện tiếp xúc.

Bảng 3.9: Kết quả đo giá trị SAR bằng phương pháp đo dòng điện tiếp xúc

Kết quả đo được bằng phương pháp đo dòng điện tiếp xúc					
Băng tần		Giá trị SAR cao nhất			
		Sử dụng Smart Radi chip		Không sử dụng Smart Radi chip	
		1g SAR (W/kg)	10g SAR (W/kg)	1g SAR (W/kg)	10g SAR (W/kg)
iphone 8 plus	WCDMA Band V	0.130	0.100	0.240	0.108
	WCDMA Band II	0.173	0.097	0.450	0.265
iphone 8	WCDMA Band V	0.107	0.101	0.258	0.165
	WCDMA Band II	0.150	0.088	0.811	0.489

Thời gian đo kiểm trung bình:

Bảng 3.10: Thời gian đo trung bình

	DASY52	Phương pháp đầu dò trường E	Phương pháp dòng điện tiếp xúc
Thời gian trung bình (phút)	7	30	20

Kết quả giá trị SAR mà nhà sản xuất Apple công bố:

Bảng 3.11: Giá trị SAR theo công bố của nhà sản xuất

Model	Giá trị SAR cao nhất	
	Không sử dụng Smart Radi chip	
	1g SAR (W/kg)	10g SAR (W/kg)
iphone 8 plus	1.19	1.32
iphone 8	1.19	0.99

(Nguồn: <https://www.apple.com/legal/rfexposure>)

Các kết quả thu được trên đều nằm trong mức giới hạn cho phép của các quốc gia trên thế giới. Từ những kết quả thu được trong Bảng 3.7, 3.8, 3.9 và 3.10, DASY52 cho phép xác định giá trị SAR lớn nhất của thiết bị vô tuyến, thiết bị điện tử có sử dụng ăng ten thu phát một cách nhanh chóng và chính xác. Ưu điểm của hệ thống này là tránh được sai số đo gây ra do thiết bị, phép tính hoặc người vận hành. Giá trị ước lượng SAR và giá trị tính toán SAR khá phù hợp với nhau. Sai số giữa giá trị ước lượng và giá trị mô phỏng rất nhỏ trong hầu hết các trường hợp.

Các thiết bị điện tử cầm tay ngày càng được sử dụng rộng rãi tại Việt Nam, đây là quá trình không thể đảo ngược đặc biệt xu hướng làm việc từ xa đang được áp dụng. Do đó, để giảm thiểu ảnh hưởng xấu từ các thiết bị điện tử tới sức khỏe con người, chúng ta cần bổ sung những quy định để kiểm soát mức độ phơi nhiễm đối với những thiết bị này.

KẾT LUẬN

Luận văn đạt được các vấn đề sau:

- Nghiên cứu về phơi nhiễm cùng các tham số
- Tìm hiểu ảnh hưởng của trường điện từ tới sức khỏe con người
- Xây dựng quy trình đo phơi nhiễm trong thực tế.

Song song với quy trình đo phơi nhiễm đã được Bộ thông tin và truyền thông áp dụng vào thực tế hiện nay ở Việt Nam, luận văn đã giới thiệu quy trình, phương pháp mới hiện đang được áp dụng rộng rãi trên thế giới.

Với những kết quả đã đạt được, đề tài có ý nghĩa thực tiễn trong lĩnh vực đo kiểm trường điện từ đối với ngành viễn thông. Luận văn giúp người dân có nhận thức sâu sắc hơn về ảnh hưởng của sóng điện từ đối với sức khỏe con người, đặc biệt là ảnh hưởng của điện thoại di động.

Hướng phát triển của luận văn:

- Đi sâu vào nghiên cứu ảnh hưởng của trường điện từ gây ra bởi các thiết bị điện tử tới sức khỏe con người, đặc biệt là trẻ em.
- Hoàn thiện phương pháp đo phơi nhiễm theo phương pháp của FCC/IEEE.

DANH MỤC CÁC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Khoa học và Công nghệ (2007), *TCVN 3718-1:2005 quản lý an toàn trong trường bức xạ tần số ra-đi-ô – Phần 1: Mức phơi nhiễm lớn nhất trong dải tần từ 3kHz đến 300 GHz*.
- [2] Bộ Khoa học và Công nghệ (2007), *TCVN 3718-2:2007 quản lý an toàn trong trường bức xạ tần số ra-đi-ô – Phần 2: Phương pháp khuyến cáo để đo trường điện từ tần số ra-đi-ô liên quan đến phơi nhiễm của con người ở dải tần từ 100kHz đến 300GHz*.
- [3] Thái Hồng Nhị (2006), *Trường điện từ truyền sóng và anten*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
- [4] Vũ Tiên Lực (2012) – *Nghiên cứu và xây dựng quy trình đo phơi nhiễm*, Đồ án tốt nghiệp cao học Học viện công nghệ bưu chính viễn thông.
- [5] Institute of Electrical and Electronics Engineers (2003), *IEEE Standard 1528: 2003: IEEE Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Head from Wireless Communications Devices: Measurement Techniques*.
- [6] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (1996), “*ICNIRP Statement: On health issues related to the use of hand-held radio telephones and base transmitters*”, published in: *Health Physics* 70(4):383-387, ICNIRP Publication.
- [7] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (2020), “*ICNIRP Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 KHz to 300 GHz)*”, published in: *Health Physics* 118(5):483-524, ICNIRP Publication.
- [8] International Electrotechnical Commission (2016), *IEC 62209-1:2016: Measurement procedure for the assessment of specific absorption rate of human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Part 1: Devices used next to the ear (Frequency range of 300 MHz to 6 GHz)*.
- [9] International Electrotechnical Commission (2016), *IEC 62209-2:2010: Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures - Part 2: Procedure to determine the*

specific absorption rate (SAR) for wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz).

[10] <https://wap.vinaphone.com.vn/gioi-thieu/tin-tuc/thue-bao-bang-rong-di-dong-cua-viet-nam-tang-truong-manh.html>, truy nhập tháng 01/2022.

[11] <https://kinhtedothi.vn/43-7-trieu-nguoi-viet-dang-so-huu-smartphone.html>, truy nhập tháng 01/2022.

[12] https://dot.gov.in/sites/default/files/Specific_absorption.pdf , truy nhập tháng 02/2022