

כיצד נולדה חובבות הרדיו

מאת: נורמן פ. ג'ולי G3FNJ

תרגום ג'ודי 4X4IO

הקדמה: תלס ממילטוס

תלס, אשר נולד בשנת 640 לפני הספירה, היה אדם חכם במיוחד ונמנה על שבעת החכמים של יוון העתיקה. הוא היה אבי הפילוסופיה והמדע של יוון ועל כן גם אבי הפילוסופיה והמדע האירופי. הסברות שלו הקיפו תחום רחב של נושאים ועניינים פוליטיים ושמימיים. יש לזכור כי עד למאה ה-18 לא היתה הפרדה ברורה בין פילוסופיה למדע, כיוון שהעיסוק בשני התחומים נבע ממאמצי המוח האנושי להסביר את המציאות.

תלס למד אסטרונומיה במצריים והכין טבלאות מדוייקות לחיזוי הגאות של נהר הנילוס, אבל נודע לראשונה ברבים כאשר צפה מראש את ליקוי החמה שאירע בחודש מאי בשנת 585 לפני הספירה. ליקוי החמה אירע בדיוק כשהתחוללה המערכה האחרונה במלחמה בין הלידים והפרסים. תלס השתמש בטבלאות שהוכנו על ידי אסטרונומים בבבלים, אלא שלא הצליח לקבוע את היום המדוייק (28 במאי) שבו חלה תופעה מרהיבה זו.

ניתן לומר שתלס היה האדם הראשון בהיסטוריה המתועדת שהצליח להשיג שליטה בשיווק של מצרך מסויים. הוא חזה כי צפויה תקופה של שלוש שנות בצורת, ולכן קנה כמויות גדולות של שמן זית לשם אחסנה ומכירה עתידית.

מי יכול היה לדמיין כי אחת מהשערותיו המקוריות של תלס ממילטוס תשפיע על חובבות הרדיו במאה ה-20? הוא האמין כי לעצמים דוממים מסויימים כגון "אבן שואבת" (אבן מגנטית) או שרף העינבר יש "נשמה".

מאות רבות חלפו לפני ש"נשמה" זו זוהתה כמגנטיות וכחשמל סטטי, אשר נרתמו ליצירת החשמל. החשמל שינה באופן דרמטי את אופי החיים בכדור הארץ ואף סלל את הדרך להופעת חובבות הרדיו.

לפני כ-400 שנים החל מדען אנגלי בשם **וויליאם גילברט** (1603 - 1544) להתעניין בממצאים הבלתי מוסברים של תלס לאחר שקרא אודותיהם, והחליט לקרוא להם Electricity (על יסוד המילה Electron (שפירושה "עינבר" ביוונית קלאסית).

פרק ראשון: התפתחות החשמל

התופעה שתלס הבחין בה, ואף תעד אותה חמש מאות שנים לפני הולדתו, עוררה עניין רב אצל מדענים רבים במהלך הדורות. הם ערכו ניסויים מעשיים שונים במטרה לזהות את הכוח המסתורי שהוגדר על ידי תלס כ"נשמה", ואשר מוכר לנו היום כחשמל סטטי.

החשמל הוא צורת האנרגיה המביכה ביותר והקשה ביותר לתיאור. אי אפשר לראות זרם חשמלי. בעצם אין לו קיום מחוץ לתילים או מוליכים אחרים שדרכם הוא עובר. צורתו ומשקלו של תיל חשמלי שבו עובר זרם אינם שונים מאלו של אותו תיל כשאין זרימה דרכו. זרם חשמלי הוא בפשטות תנועה או זרימה של אלקטרונים.

המדען/אי/מדען האמריקאי **בנימין פרנקלין**, שנולד בבוסטון בשנת 1706, חקר את טבעם של הברק והרעם על ידי הפרחת עפיפון בעת סערת ברקים. הוא התקין דורבן מתכתי על העפיפון, וקשר מפתח לקצה התחתון של החוט שאליו היה העפיפון מחובר. הגשם שנספג בחוט איפשר לחשמל לזרום כלפי מטה בחופשיות, ופרנקלין הצליח ללהפיק ניצוצות גדולים מן המפתח. מובן שנסיון זה היה עלול להיות מסוכן ביותר, אבל פרנקלין חזה זאת מראש והשתמש במבדד לעיגון קצהו התחתון של החוט. הוא שם לב לכך שלחשמל שהופק בצורה זו היו אותן תכונות כמו לחשמל הסטטי שהופק באמצעות חיכוך. אבל כבר הרבה לפני פרנקלין ערכו מדענים רבים מחקרים ביחס לטיבו של החשמל.

באנגליה גילה **וויליאם גילברט** (1603 - 1544) כי חיכוך מהיר של שני מוטות שאינם מתכתיים גורם לדחייה או משיכה ההדדית, כמו אלו של "אבן שואבת" או ענבר – המוטות קיבלו תכונה מוזרה שנקראת כיום "מגנטיות". ראש עיריית מגדבורג בגרמניה **אוטו פון גוריקה** (1686 - 1602), היה מדען חובב שבנה מתקנים נסיוניים מסוגים שונים. באחד מאלה היו שתי דיסקות זכוכית שהסתובבו בכיוונים מנוגדים תוך כדי חיכוך זו בזו וכך יצרו מתח גבוה. המדענים **רמסדן ווימסהורסט** בנו גירסאות משופרות של אותו מתקן.

פריצת דרך משמעותית קרתה כאשר **אלסנדרו וולטה** (1827 - 1745) האיטלקי בנה בשנת 1799 תא חשמלי פשוט אשר הפיק זרימת אלקטרונים באמצעים כימיים. שני לוחות, אחד מנחושת והשני מאבץ, הוטבלו בתמיסה

חומצתית, והחשמל זרם בתיל חיצוני שחובר בין שני הלוחות. מאוחר יותר חיבר וולטה תאים בטור על ידי יצירת שכבות מתחלפות של דיסקות נחושת ואבץ, מופרדות על ידי דיסקות פלנל רוויות בחומץ או חומצה, וכך השיג מתח גבוה יותר. אבל וולטה לא מצא את ההסבר הנכון לפעולת התא שלו. הוא חשב שהזרם הוא תוצאה של המגע בין שתי המתכות, בעוד שלמעשה היה הזרם תוצאה של הפעולה הכימית בין האלקטרוליט (החומצה או החומץ) ודיסקת האבץ. בכל אופן, תגליתו של וולטה היתה חשובה לאין שיעור לקידום המחקר, מכיוון שאיפשרה למדענים להמשיך בנסויים שהובילו ליישומי החשמל בחימום, תאורה, כימיה ומגנטיות.

אחד המדענים שניצל היטב את תגליתו של וולטה היה **הנס כריסטיאן אורסטד** (1777 - 1851) מדנמרק. מאחר ובאותה עת יכול היה להזרים זרם חשמלי דרך מוליך ולהציב מגנטים שונים בקירבת המוליך, היה לו קל יותר לחפש את הקשר בין מגנטיות וחשמל. תגליתו המרעישת על הקשר בין מגנטיות לחשמל התרחשה במקרה.

אורסטד הרצה בפני סטודנטים והראה להם כי מוליך שזורם בו זרם אינו משפיע על מחט של מצפן כשהמוליך ניצב למחט (מזרח-מערב). הוא ביקש מהעוזר שלו לשנות את כיוון המוליך כך שיהיה מקביל למחט (דרום-צפון), ולפתע נגרמה סטייה של המחט. זוהי התגלית המתועדת הראשונה שבה הוכח כי מוליך מתנהג כמגנט בעת שמוזרם בו זרם חשמלי. פיתוח נוסף על בסיס תגלית זו הביא להקמת מערכת האיתות הראשונה בעולם שבה נעשה שימוש בחשמל: בשנת 1837 רשמו **צ'רלס וויטסטון** ו-**וויליאם קוק** פטנט על "טלגרף חמש המחטים" אשר הותקן בין תחנת הרכבת **פזינגטון** במערב לונדון לבין תחנת הרכבת **דרייטון מערב** שהיתה מרוחקת משם מספר מילין. חמשת מוליכי הנחושת שנדרשו למערכת זו שוקעו בתוך גושי עץ.

תהליך האלקטרוליזה, הפירוק הכימי של חומר ליסודותיו השונים באמצעות זרם חשמלי, התגלה על ידי הכימאים האנגלים **קרלייז וויליאם ניקולסון** (1753 - 1815). זרם חשמלי המועבר דרך מים גורם להתפרקות המים לשני יסודותיהם - מימן וחמצן. בתעשייה המודרנית נעשה שימוש נרחב באלקטרוליזה לציפוי מתכות. **מיכאל פרדיי** (1791 - 1867), שהועסק ככימאי במכון המלכותי, טבע רבים מן המונחים הטכניים הקשורים לאלקטרוליזה כגון "אלקטרוליט" (הנוזל שדרכו מועבר הזרם), וכן "אנודה" ו"קטודה" (האלקטרודות החיובית והשלילית). פרדיי גם ביסס את החוקים של תהליך האלקטרוליזה, אבל רוב האנשים זוכרים אותו בהקשר להדגמה המעשית של השראה אלקטרו-מגנטית.

בצרפת ערך **אנדרה-מארי אמפר** (1775 - 1836) ניתוח מתמטי מושלם של החוקים השולטים בהשפעה ההדדית בין מוליכים שמוזרם בהם זרם חשמלי.

בשנת 1826 הגדיר מנהל בית-ספר בשם **גיאורג אוהם** (1789 - 1854) שחי בחבל בווריה בגרמניה את היחס בין המתח, הזרם וההתנגדות במעגל חשמלי (חוק אוהם). בכל אופן, 16 שנים היו צריכות לחלוף בטרם זכה אוהם בהכרה שהגיעה לו על עבודתו זו.

בנקודה זו היו כבר המדענים משוכנעים כי מכיוון שזרימה חשמלית דרך מוליך או סליל גרמה לעצמים אלה לקבל תכונות מגנטיות, הרי שגם שההפך חייב להיות נכון: ניתן כנראה להשתמש במגנט כדי ליצור זרימה חשמלית. מיכאל פרדיי עבד בנושא זה במשך כ-10 שנים כאשר לבסוף, בשנת 1830, נשא את הרצאתו המפורסמת שבה הדגים בפעם הראשונה בהיסטוריה את העקרון של השראה אלקטרו-מגנטית. הוא בנה אלקטרו-מגנטים חזקים מסלילים של תיל מוליך והציב אותם בצימוד קרוב. כאשר הגביר או החליש את קווי הכוח המגנטיים שמסביב לאחד הסלילים על ידי שינוי או הפסקת/ התחלת הזרימה דרך הסליל, הושרה זרם דומה בסליל השכן.

החשיבות הגדולה של תגליתו של פרדיי התבטאה בכך שהיא סללה את הדרך ליצירת חשמל באמצעים מכניים. מחולל החשמל הבסיסי מפיץ זרם חילופין (AC) כמתואר להלן: סיבוב מלא של סליל בשדה מגנטי יציב הקיים בין הקטבים הצפוני והדרומי של מגנט גורם להתפתחות כוח אלקטרו-מניע (EMF) בקצות הסליל אשר עולה לשיא, יורד לאפס, הופך כיוון, מגיע לשיא שלילי ושוב חוזר לאפס. כך נוצר מחזור אחד של גל סינוס (1 הרץ).

בשנים האחרונות פותחו שיטות אחרות להפקת כמות מוגבלת של חשמל ליישומים מיוחדים. מוליכים למחצה, שיש בהם שילוב של בידוד חום והולכה חשמלית טובה, משמשים כמקור כוח תרמואלקטרי עבור תחנות מעקב מטאורולוגי באיזורים נידחים, לוויינים מלאכותיים, כבלים תת-ימיים ומצופי סימון. דיודות מיוחדות משמשות כמקור כוח תרמויוני בעילות של 20 אחוז בלבד, אבל החום שמופק מהאנודה משמש ליצירת קיטור שבכוחו מפיקים חשמל בשיטה המקובלת.

סיר המפרי דיווי (1778 - 1829), אחד מהכימאים המובילים באנגליה של המאה ה-18, זכור בעיקר בשל מנורת הבטיחות שפיתח עבור כורי הפחם. מנורה זו צמצמה את הסכנה של פיצוץ גז המתאן במעמקי המכרות. דיווי

היה הראשון שהוכיח כי החשמל יכול לשמש להפקת אור. הוא חיבר שני מוטות פחם למצבר גדול, וכשיצר מגע בין שני מוטות הפחם נוצר אור חזק בהיר ביותר. לאחר המגע בין המוטות הוא הרחיקם מעט זה מזה, ואז הופיעה קשת חשמלית שבערה עד שקצות המוטות נשרפו והמרווח גדל עד למרווח הקריטי (שגרם לכיבוי הקשת). כאיש מחקר ומרצה במכון במלכותי, היו לדיווי יחסי עבודה קרובים עם מיכאל פרדי אשר הצטרף תחילה למכון כמשרתו האישי של דיווי ואחר הפך למזכירו. דיווי הגיע לשיא הקריירה שלו בעולם המדע בשנת 1820, כשנבחר להיות נשיא החברה המלכותית.

בארצות הברית פעל הממציא הפורה **תומס אלבה אדיסון** (1847 - 1931), אשר המציא את נורת הליבון בעלת נימת הלהט העשויה מפחם, ובנה מספר מחוללי חשמל בקירבת מפלי הניאגרה. מחוללים אלה ניצלו את הכוח של המים הנופלים להפעלת טורבינות הידראוליות שהניעו דינמו. בדינמו הותקן מתג סובב (commutator) - אחת מהממצאות המוצלחות של אדיסון - לקבלת זרם במתקפים חד-כיווניים (DC). זאת משום שבשנת 1876 הופעל כל הציוד החשמלי במתח ישר.

בימינו מתח הרשת ממלא תפקיד מכריע בחיי יום יום, והיישומים שלו נרחבים ומדהימים בעוצמתם. אבל אסור לנו לשכוח כי הדרישה העממית לצורה נוחה זו של אנרגיה התעוררה רק לפני כ-100 שנים, בעיקר לשם הפעלת תאורה.

הניסויים העדכניים ביותר במוליכי-על, שבמהלכם נעשה שימוש במוליכים קרמיים במקום מוליכים מתכתיים, נתנו לנו הצצה מרגשת אל העתיד ואל מה שניתן יהיה להשיג בשיפור יעילות התמסורת של ההספק החשמלי. כותבי ההסטוריה בעתיד יוכלו לאפיין את המאה ה-20 כמאה של החשמל והאלקטרוניקה. מכל מקום, מחוללי הזרם הישר של אדיסון לא יכלו בזכות עצמם לגרום לקידמה העצומה שהושגה בשטח זה.

אנו תלויים כיום באופן מוחלט במערכת המשגרת את מתח הרשת למרחקים גדולים, אשר תוכננה במקורה על ידי ממציא מדהים, שהמצאותיו שינו ועדיין משנות את פני העולם. שמו בקושי נודע בקהל הרחב, במיוחד באירופה שבה נולד. מי היה חלוץ אלמוני זה? יש כאלה החושבים שאותו בעל חזון מדהים המציא את האלחוט, את הבקרה מרחוק, את הרובוטיקה ואף צורה מסויימת של צילום עצמות הגוף תוך שימוש בתדר רדיו גבוה. פטנט שממציא זה רשם בארה"ב בשנת 1890 הוביל בסופו של דבר ליצירת סליל ההצתה הצנוע, שמספק אנרגיה למליארדים של מצתי מכוניות בכל העולם. הפטנטים שרשם באמריקה ממלאים כרך שעוביו כ-5 ס"מ. שמו היה **ניקולא טסלה** (1856 – 1943).

ניקולא טסלה נולד בכפר קטן בקרואטיה שכיום היא מדינה עצמאית, אבל אז היתה חלק מהאימפריה האוסטרו-הונגרית הגדולה. טסלה למד באוניברסיטה הטכנית של גראץ ואחרי כן בבודפשט. עוד בתחילת לימודיו טיפח את הרעיון שיש למצוא דרך להריץ מנועים חשמליים ישירות מחוללי זרם חילופין. הפרופסור שלו בגראץ הבהיר לו בנחישות רבה שאין זה אפשרי, אבל טסלה הצעיר לא השתכנע. כשעקר טסלה לבודפשט קיבל משרה במשרד הטלגרף הראשי. ערב אחד בשנת 1882, כשישב על ספסל בפארק העירוני, הבליח במוחו רעיון שהוביל לפתרון הבעיה.

טסלה זכר שיר שחיבר המשורר הגרמני גתה על השמש הנותנת חיים לכדור הארץ, ולעת ערב עוברת לתת חיים בחצי השני של הכדור. הוא הרים זרד עץ והחל לשרטט על החול שליד הספסל. הוא צייר 4 סלילים מסודרים באופן סימטרי מסביב להקף של מעגל. במרכז הוא צייר רוטור או עוגן. כל אחד מהסלילים יוזן על פי תור, חשב טסלה, וימשוך אליו את הרוטור, וכך תושג תנועה סיבובית. כשבנה לאחר מכן את הדגמים המעשיים הראשונים, השתמש טסלה ב-8, 16 ואפילו מספר רב יותר של סלילים. השרטוט הפשוט על החול הביא לתכנון מנוע ההשראה הראשון שניזון ממתח חילופין.

טסלה היגר לארצות הברית בשנת 1884. במהלך שנתו הראשונה שם הוא הגיש לא פחות מ-30 פטנטים, הנוגעים ברובם ליצירה והפצה של מתח חילופין. הוא תכנן ובנה "מערכת זרם חילופין רב-מופעית" (AC polyphase system), שיצרה זרם חילופין תלת-מופעני בתדר 25 הרץ. יחידה מסויימת של מערכת זו סיפקה 422 אמפר במתח של 12000 וולט. יתרון המערכת התבטא ביכולת להשתמש בשנאים להפחתת המתח לשימוש מקומי, או להעלאת המתח פי כמה וכמה על מנת לשגר למרחקים, תוך שימוש במוליכים דקים יחסית. מערכת הזרם הישר של אדיסון לא היתה מסוגלת לעמוד במשימות כאלו.

טסלה חתם על חוזה "שמץ" עם מהנדס הרכבות המפורסם ג'ורג' ווסטינגהאוז, ממציא מעצור האויר שבו משתמשות מירב הרכבות בעולם עד עצם היום הזה. תחנת ייצור החשמל שבנו השניים נכנסה לשרות בשנת

1895, ונקראה "חברת מפלי הניאגרה ליצירת חשמל". היא סיפקה אנרגיה למערכת הרכבות של ווסטינגהאוז וכן לתשלובת תעשייתית שפעלה בעיר באפלו שבמדינת ניו-יורק.

לאחר כ-10 שנים החל טסלה לערוך ניסויים בתדר גבוה. סליל ההצתה שעליו רשם פטנט ב-1890 היה מסוגל להעלות מתח לרמה שעד אז לא חלמו עליה - 300000 וולט. אדיסון, שעסק עדיין בייצור ואספקה של זרם ישר, טען שמתח חילופין מסוכן. כדי להוכיח זו ערך חוזה עם הממשלה לבניית הכיסא החשמלי הראשון הפועל במתח חילופין ואשר באמצעותו יוצאו להורג נידונים למוות. השימוש הראשון בכיסא זה הסתיים בכישלון מוחלט. הנידון למוות גנח ונאנק וקצף יצא מפיו. אחרי 4 דקות של עינוי חוזר ונישנה במתח חילופין החל עשן לצאת מגבו של המסכן. היה זה ברור שהקורבן עבר חווית מוות איומה וממושכת.

טסלה טען שמתח חילופין איננו מסוכן, והדגים זאת על ידי חיבור גופו שלו למתח גבוה מבלי שנגרם לו כל נזק. אבל הצגה זו היתה מעשה רמייה, מכיוון שהניסוי נערך בתדר של 10 קילוהרץ ובזרם נמוך מאוד, ותופעת הקרום (skin effect) בתדר גבוה הצילה את טסלה מנזק גופני.

אחד מהפטנטים של טסלה היה שפופרת זכוכית הממולאת בגז פלואור (לא ניאון) שפולטת אור כתוצאה מעירור בתדר גבוה. בית המלאכה שלו הואר בשיטה זו. שנים מספר לפני שווילהלם רנטגן הציג את המערכת שלו שפעלה בקרני X, כבר ביצע טסלה צילומים של העצמות בכף ידו וברגלו ממרחק של עד 40 רגל תוך שימוש בזרמים בתדר גבוה. מפתיעה עוד יותר העובדה כי בשנת 1893, שנתיים לפני שמרקוני הדגים את מערכת האיתות האלחוטית שלו, בנה טסלה דגם של סירה שבה שילב הנעה חשמלית עם בקרה אלחוטית ורובוטיקה. הוא השיט את הסירה באגם שבגני כיכר מדיסון בניו-יורק, ובעמדתו על החוף עם תיבת הבקרה שלו ביקש מהצופים להציע לו תמרונים שונים. הוא הצליח לגרום לסירה לשוט קדימה ואחורנית, וכן להשיט אותה במסלול מעגלי. כולנו מקבלים כיום עצצועים כאלה כמובנים מאליהם, אבל כשטסלה ביצע זאת בסוף המאה ה-19 עוד לא הומצאה המכונית בעלת מנוע הבנוי, והאדם נסע למרחקים ברכיבה על סוסים או בכריכות.

רבים מאמינים כי שכלול של המשדר שטסלה קרא לו "המשדר המגדיל" (Magnifying Transmitter) איפשר לרוסים לשדר לפתע באוקטובר 1976 רעש נורא ששיבש את כל קשרי הרדיו בין 6 ל-20 מגהרץ - הוודפקר (woodpecker) המפורסם. רעש זה שודר במשך כ-10 שעות ביום הראשון להופעתו. ה-BBC וה-NBC וכל אירגוני השידור והתקשורת בעולם התלוננו במוסקבה, אבל כל שהרוסים היו מוכנים לגלות הוא שהם עוסקים בניסוי מסויים. אף אחד לא הבין את פשר מעשיהם, מפני שהיה ברור שאין זו צורה נוספת של חסימת שידורי רדיו לציבור מארצות זרות (מנהג רוסי ישן כפי שידוע לכולנו).

נראה שבמהלך הרדיפה אחר שאיפת חייו, שהיתה תמסורת הספק חשמלי למרחקים ללא מוליכים, השיג טסלה מידה מוגבלת של הצלחה בתדרים נמוכים מאוד (E.L.F.) - 7 עד 12 הרץ. תדרים אלה משמשים בהווה לתקשורת צבאית עם צוללות המשייטות במעמקי האוקיינוסים. טסלה עבר לגור בקולורדו ספרינגס, ושם בנה את הסליל הגדול ביותר (בקוטר של 52 רגל). במסגרת השאיפה שלא עלתה יפה להעביר חשמל ללא מוליכים חקר טסלה, בין השאר, את הצורות השונות של הברק.

הקריירה של טסלה וחיי הפרטים היו מסתוריים במידה מסויימת - הוא חי בבדידות והתרחק מפעילות ציבורית. מעולם לא הקריא את חיבוריו בפני קהל אקדמי, אבל עם זאת התיידד עם כמה עיתונאים שכתבו עליו סיפורים סנסציוניים. הם כתבו שהוא פחד מאוד מחיידקים, וכאשר אכל במסעדה נהג לבקש מפיות רבות שבהן השתמש לניגוב נמרץ של כלי האוכל והכוסות שבהם השתמש. את 20 השנים האחרונות בחייו (הוא נפטר ב-1943 בזמן מלחמת העולם השנייה) בילה כמתבודד למחצה, בחברת יונה שאותה גידל. אסון שריפה שהתרחש בבית מלאכתו הרס אותו לחלוטין, וכך הלכו לאיבוד לעולמי עד רוב הדגמים הנסיוניים שלו וכל כתביו.

ביוגוסלביה נחשב טסלה לגיבור לאומי, ומוזיאון מצוייד היטב שהוקם בבלגרד מכיל שפע של הוכחות עד כמה הגיעה גאונותו של איש זה.

כיצד נולדה חובבות הרדיו (המשך)

מאת: נורמן פ. ג'ולי G3FJN

תרגום ג'ולי 4X4IO

פרק שני: הולדת תקשורת הרדיו

עד שנת 1850 כבר נחקרו רוב התופעות הבסיסיות של החשמל, ואז גילה ג'יימס קלרק מקסוול (1831 - 1879), שהיה פרופסור לפיזיקה נסיונית בקיימברידג', משהו חדש לחלוטין. הוא הוכיח, תוך שימוש אלגנטי במתמטיקה, את אפשרות הקיום של קרינת גלים אלקטרומגנטיים. נכונות התיאוריה הזאת הוכחה רק 24 שנים מאוחר יותר (8 שנים לאחר מות מקסוול) באמצעות הדגמה מעשית בגרמניה בידי היינריך הרץ (1857 - 1894). הרץ הצליח להפיק קרינה אלקטרומגנטית באורך גל של מטר אחד, ולקלוט אותה בקצה השני של המעבדה שלו. תמונת הציוד שבו השתמש הרץ לניסוי זה (צולמה ע"י הרץ עצמו) מוצגת במוזיאון הגרמני (Deutsches Museum) אשר בעיר מינכן.

קליטת הגלים האלקטרומגנטיים נעשתה בעזרת מעגל פשוט, והמונח שבו השתמש הרץ ביחס למתקן זה היה "מהוד" (Resonator). חבל רק שהמהוד לא היה רגיש דיו כדי לקלוט גלים ממרחק רב, ולכן לא יכלה הטלגרפיה האלחוטית להגיע למימוש מעשי לפני שיומצא גלאי רגיש יותר.

השבחים על בניית המכשיר המעשי הראשון לקליטת "גלים הרציאניים" מגיעים למדען הצרפתי **אדוארד ברנלי** (1844 - 1940). המכשיר (שנקרא Coherer) נבנה משני גלילי מתכת שאליהם חוברו מוליכים. הגלילים הורכבו סמוך זה לזה בתוך שפופרת זכוכית שהכילה נסורת ברזל או פלדה. פריקה חשמלית כל שהיא בסביבת המכשיר גרמה לו להוליך זרם, ונקישה קלה על גוף הזכוכית גרמה להפסקה מיידיית של המוליכות. הנקישה התבצעה על ידי מקש מכני שהופעל אוטומטית בכל פעם שהמכשיר עבר למצב הולכה.

ברוסיה השתמש הפיזיקאי **אלכסנדר פופוב** (1859 - 1905) באותו מכשיר עצמו בשעה שחקר את ההשלכות המעשיות של הברק. הוא טען כי פריקה חשמלית כגון זו של הברק תוכל לשמש לאיתות למרחקים ארוכים. חובבי רדיו ותיקים עשויים לזכור כי לפני 50 שנה נהגו חובבי רדיו מרוסיה הסובייטית לשלוח כרטיסי QSL שעליהם דיוקן של פופוב עם כיתוב שייחס לו את המצאת הרדיו.

באיטליה התחיל חשמלאי צעיר בן 22 בשם **ג'ולילמו מרקוני** (1874 - 1937) להתעניין בקרינה אלקטרו-מגנטית לאחר שקרא מאמרים שנכתבו על ידי פרופסור **אוגוסטו ריגהי** (1850 - 1921). מרקוני היה בנו השני של בעל אדמות עשיר מבולוניה שהיה נשוי ל**אנני ג'יימסון** ממשפחת הוויסקי האירי המפורסם. מרקוני למד בראשית שנות חינוכו בבית ספר פרטי **בדפורד**, אנגליה, ואחרי זה המשיך ללמוד ב**ליבורנו ובפלורנס** אשר באיטליה. כאשר קרא על הניסויים של היינריך הרץ והרעיונות של פופוב, השתכנע כי קיימת אפשרות להשתמש בגלים אלקטרומגנטיים כאמצעי איתות. את קרינת המשדר הראשון שבנה מרקוני ניתן היה לגלות במרחק לא גדול – כשני קילומטר. מרקוני הבין את חשיבות מערכת האיתות שלו לקשר בין ספינות, בימים שבריטניה הפעילה את הצי צבאי והצי המסחרי הגדולים בעולם.

ממשלת איטליה לא התעניינה בעבודתו של מרקוני הצעיר. בעקבות מועצה משפחתית הוא נשלח על ידי אמו ללונדון, מקום שבו היו לה קרובים בעלי השפעה. קרובים אלה מימנו את ניסוייו הראשונים ואף יצרו קשר בינו לבין האנשים הנכונים. אחד מאלה היה **אלן קמפבל סווינטון**, שהתמנה לאחר שנים (ב-1913) לנשיא הראשון של ה-Radio Society of London (היום: R.S.G.B.). סווינטון ערך הכרות בין מרקוני הצעיר לבין **וויליאם פריס** שהיה אז המהנדס הראשי במשרד הדואר הבריטי. פריס עצמו עסק כבר במחקר של שיטות שונות לביצוע "טלגרפיה השראתית".

וויליאם ג'יי וויט ממחלקת המהנדס הראשי של הדואר הבריטי כתב בספרו "טלגרפיה אלחוטית", שיצא לאור בשנת 1908 את הדברים הבאים: "עבודתו של מר וויליאם פריס, עד כמה שהיתה חשובה, לא עניינה את הציבור במידה המצופה, משום שברגע שהצליח להדגים בשנת 1896 מערכת תקשורת עם אפשרות ליישום מסחרי, הביא ג'ולילמו מרקוני לאנגליה מערכת חלופית טובה יותר. מר פריס הכיר מייד באפשרויות הגלומות במערכת של מרקוני. הנסיון של פריס המבוגר והגאוניות של מרקוני הצעיר (שלו מגיע הכבוד על המצאת המערכת המעשית הראשונה לטלגרפיה אלחוטית) חברו יחדיו כדי להפוך כישלון צורב לכאורה להצלחה מלאה. כיום (בשנת 1908) הפכה הטלגרפיה האלחוטית, תוך פחות מעשור שנים, לחלק בלתי נפרד מעולם המסחר ומחיי האומה".

הפטנט העולמי הראשון בנושא טלגרפיה אלחוטית הוענק לגיולילמו מרקוני בשנת 1896. בתיאור הפטנט קבע מרקוני כי "פעולה חשמלית ניתנת לשידור דרך האדמה האוויר או המים באמצעות תנודות בתדר גבוה". בהדגמה הפומבית הראשונה של ציודו הצליח מרקוני להתגבר על המרחק של 365 מטר בין משרד הדואר הבריטי (GPO) לרחוב ויקטוריה בלונדון. מאוחר יותר, בחודש מרץ 1897, נקלטו האותות ששידר מרקוני במרחק של 7 קילומטר על פני מישור **סליסבורי**. ב-11 ו-18 בחודש מאי באותה שנה הושגה הצלחה בתקשורת על פני המים. ב-27 במרץ 1899, במהלך תמרונים של הצי, הצליח מרקוני בפעם הראשונה להתקשר לרחוב התעלה הבריטית - לטווח של 140 קילומטר. ההצלחה הטרנס-אטלנטית שלו התרחשה ב-12 לספטמבר 1901, כשהאות S במורס שודרה **מפולדהו** בחבל **קורנוול** (אנגליה) ונקלטה על ידי מרקוני עצמו מעבר לאוקיינוס בניו-פאונדלנד (קנדה). מרקוני רשם את האירוע ההיסטורי בפנקסו בפשטות גמורה: Sigs at 12:20, 1:10 & 2:20.

פעולת משרדו של מרקוני הייתה לכשעצמה מחזה מרהיב: להפקת התנודות הוא השתמש במתנד שתכנן **אוגוסטו ריגהי**. לחיצה על המפתח סגרה את מעגל המתנד והפעילה את סליל ההשראה. ניצוצות מבהיקים פרצו בין הכדורים שבמעגל המתנד, ונשמעו קולות פיצוח חדים הדומים ליריות אקדח. בו ברגע קרנה אנרגיה אלקטרומגנטית רחבת-פס מהלוח המתכתי המרובע של המתנד לכל הכיוונים.

מכיוון שהשידור היה בפס רחב למדי, לא יכלו המקלטים של אותה תקופה להפריד בין שני שידורים שונים. **ויליאם ג'י וויט** ממשרד הדואר כתב ב-1908 כדלקמן: "הטענה העיקרית שהועלתה כלפי הטלגרפיה האלחוטית המודרנית היא חוסר הסודיות שלה. כשהמשרד שולח גלים לכל הכיוונים, יהיה קל לאנשים חסרי מצפון לקלוט את ההודעות ולעשות בהן שימוש לא נאות. כמו כן, צורה של 'בריונות מדעית' נעשתה לאחרונה ידועה לשמצה: שניים או שלושה משדרים מקריינים גלים אלקטרומגנטיים באותו זמן, והתוצאה הטבעית היא בלבול מוחלט." וויט הוסיף וכתב כי הנהלת הדואר הבריטי סרבה להעניק רשיונות שידור ליותר ממערכת אחת באותו אזור, למרות הטענות כי נמצאו פתרונות לכאורה לבעיה זו. תופעת התהודה הייתה ידועה באותה עת, ו**דוקטור אוליבר לודג'** (מאוחר יותר סיר אוליבר לודג') הוציא פטנטים שונים בין 1889 ו-1898 הנוגעים לקליטה משופרת של שידורי רדיו. מרקוני ועוזריו פתרו לבסוף את הבעיה על ידי שכלול המעגל המוכוון מסוג "צנצנת לידן סינטונית" (Syntonic Leyden Jar) של אוליבר לודג' (למילה syntonismos ביוונית יש משמעות של כוונון). הם הוסיפו משרן עם סנפים (taps) במעגל האנטנה של המשדר והשתמשו בקבלים ניתנים לשינוי במקום קבלים קבועים. זה היה השכלול המשמעותי ביותר שנעשה במהלך הפיתוח של הטלגרפיה האלחוטית.

בלי קשר לפטנטים שהוצאו ב-1897 על ידי סיר אוליבר לודג' ו**דוקטור אלכסנדר מוירהד**, הוצאו פטנטים דומים גם בגרמניה על ידי **פרופסור בראון** משטרסבורג, אשר הקים בשנת 1903 את חברת **טלפונקן** יחד עם **פרופסור סלבי והרוזן ד'ארקו**. גם בארה"ב הוצאו פטנטים על ידי דוקטור **לי דה-פורסט** מחברת **הטלגרף האלחוטי לי דה-פורסט**. חברה זו הייתה הראשונה שניצלה מתח חילופין גבוה (20,000 וולט) להשגת הניצוץ רב העוצמה הנדרש לשידור, תוך ויתור על סליל ההשראה. בנוסף לכך, תכנן ויצר הפרופסור האמריקאי **אר. או. פסנדן** סוגים חדשים של התקני שידור וקליטה.

במהלך אותה תקופה דחה מרקוני בעקביות הצעות שונות שהתקבלו מאנשי ממון לקניית הפטנטים שלו. בחודש יולי 1897 הוא הסמיך את בן-דודו **ג'ימסון דיוויס** להקים את חברת **הטלגרף האלחוטי והאיתות בע"מ** ששינתה את שמה לאחר זמן קצר ל-**חברת הטלגרף האלחוטי של מרקוני**, ולבסוף נקראה **חברת מרקוני**.

וויליאם פריס ממשרד הדואר הבריטי הטיל על אחד מעוזריו, **ג'ורג' סי. קמפ**, לעבוד עם מרקוני. קמפ הפך ליד ימינו של מרקוני ושרת אותו באמונה במהלך כל חייו. במושגי ההווה, ניתן לציין שמרקוני היה יום מצליח ביותר. היה לו חוש טבעי למיני האנשים המתאימים לכל תפקיד, והוא אף הצליח להשרות רוח של נאמנות מוחלטת על צוות עובדיו. הוא התייחס לעצמו כ"חובב", ולעתים קרובות חלק שבחים לעבודתם של אלו שעסקו בניסויים בשטח של תקשורת הרדיו.

כיצד נולדה חובבות הרדיו (המשך)

מאת: נורמן פ. ג'ולי G3FNJ ביזמתו של שלמה 4X1AS

תרגם ג'די 4X4IO

פרק שלישי: חובבות הרדיו יוצאת לדרך

בתחילת המאה הופיעו אנשים צעירים ונלהבים שבנו בעצמם מכשירים חשמליים ואלחוטיים. הכינוי הראשון שלהם היה "עורכי ניסויים באלחוט - Wireless Experimenters". לרבים מהם שפעלו בממלכה המאוחדת (בריטניה הגדולה) הוענקו אחר כך רשיונות לשימוש ב"טלגרפיה אלחוטית למטרות ניסיוניות" בכפופות לחוק הטלגרף האלחוטי 1904. בדיווח לשנים 1905-1906 שהוגש לפרלמנט הודיעה הנהלת הדואר הבריטי שברצונה לעודד "חקר ניסיוני בשטח מבטיח זה".

נראה כי השימוש הראשון במונח **חובב** היה בספר "טלגרפיה אלחוטית לחובבים" שהוצא לאור בשנת 1908 על ידי R.P. Howgrave Graham.

בשנות מלחמת העולם הראשונה (1914 – 1918) הוטל איסור על שימוש בציוד האלחוטי שבידי החובבים המורשים בבריטניה (והיו 1600 כאלו) על פי "חוק ההגנה על הממלכה". לאחר המלחמה הוקמה ועדה בין-מחלקתית אשר דיווחה להנהלת הדואר הבריטי כדלקמן: "ילדעתנו היו קיימות ביולי 1914 יותר מדי תחנות חובבים מבחינת היכולת הממשלתית לשלוט בהן בעת חירום, ומבחינת הצורך למנוע הפרעות לשירותים ממשלתיים ומסחריים. כמו כן אין הצדקה לרישוי בקנה מידה כזה מנקודת הראות של עידוד מחקר ופיתוח לתעשייה".

הקלה ניכרת בתקנות ההגנה הורגשה בכל זאת כאשר משרד הדואר הודיע ליצרנים של ציוד חשמלי על ביטול ההגבלות על מכירת זמזמים! מרגע הסרת ההגבלות ניתן היה למכור זמזמים לכל קונה, מבלי לתחקר אותו ביחס לשימוש שיעשה בו. גיליונות רבים של **עולם האלחוט - Wireless World** שהופיעו במהלך שנת 1919 התחשבו בעמדות החובבים, ומאמר חשוב בגיליון חודש מרץ החל בציטוט שיוחס למרקוני: "ילדעתי קיומו של ארגון בלתי תלוי של חובבים נלהבים מהווה נכס בעל ערך רב לפיתוחה העתידי של הטלגרפיה האלחוטית".

במכתב שנשלח מאוחר יותר אל העורך כתב מרקוני: "אני חושב שתהיה זו מדיניות שגויה מצד הרשויות המוסמכות אם יכניסו לתוקף תקנות שימנעו מחובבים לערוך ניסויים בטלגרפיה אלחוטית (דבר שהרשויות שוקלות עתה). אלמלא החובבים, יתכן שהטלגרפיה האלחוטית, שכבר הפכה לעובדה חובקת עולם, לא היתה קיימת כלל. ניתן לזקוף חלק נכבד מהפיתוח והקידום של הטלגרפיה האלחוטית לזכות מאמציהם של חובבי הרדיו".

ג'והן אמברוז פלמינג, ממציא שפופרת הדיודה, כתב אף הוא לעורך **Wireless World** בנוסח הבא: "ידוע לכל כי חלק נכבד מההמצאות החשובות הנוגעות לטלגרפיה אלחוטית היו תוצאה של עבודת חובבים וחוקרים פרטיים, ולא נבעו ממוחם או ממעשי ידיהם של פקידי ממשל או ארגונים צבאיים וימיים. למעשה ניתן לומר שהטלגרפיה האלחוטית, מרגע שנוצרה, הייתה פרי מובהק של עבודת חובבים. המצאות חשובות רבות כגון הגלאי הגבישי, המתנד והטריודה נוצרו כתוצאה ממאמציהם הפרטיים של חובבים. אם לא תינתן הזדמנות מלאה לעסוק במחקר לא-רשמי שכזה, יחול עיכוב רציני בקידום האומנות של הקשר האלחוטי הטלגרפי והטלפוני".

פרופסור וו. ה. אקלס כתב: "יש לתת את מיטב התמריץ לשכלולים והמצאות. אפשרי בהחלט לתכנן חוקים שיאכפו הגבלות על השידורים הניסיוניים בכדי למנוע הפרעה לשידורים העתידיים לציבור (מניעת RFI ו-TV!?!), ויחד עם זאת יאפשרו חופש למחקר הניסיוני בשדה הטלגרפיה האלחוטית".

פרק רביעי: הניסויים הטרנסאטלנטיים שנערכו ב-1921

רוב השידורים המסחריים הניסיוניים בטלגרפיה אלחוטית לפני מלחמת העולם השנייה התבצעו בגלים "ארוכים", אלא שהגלים הללו לא נקראו כך בראותם הימים. לעומת זאת, שידורי חובבים בממלכה המאוחדת (בריטניה) ובארצות הברית התבצעו בסביבות אורך הגל של 200 מטר (1.5 מה"צ). בארצות הברית היה מותר לחובבים להשתמש במבוא של 1000 ווט זרם ישר לאנודה של הדרגה הסופית במשדר. בממלכה המאוחדת היה מותר הספק של 10 ווט בלבד, וכן הוטלה מגבלה של 100 רגל על סכום הגובה והאורך של כל אנטנה. מסיבה זו,

בניסיון הראשון לגשר אלחוטית על פני האוקיינוס האטלנטי שנערך בחודש פברואר 1921, היה זה אך טבעי שעל התחנות ב-ארה"ב הוטלה משימת השידור ועל התחנות באנגליה משימת הקליטה.

כ-25 תחנות חובבים אמריקאיות השתתפו בניסוי, שהתקיים ב-2, 4, ו-6 לפברואר 1921. למרות שכ-200 תחנות באירופה הודיעו על כוונתן להאזין, רק 30 מתוכן סיפקו יומני האזנה, ואף לא אחת מהן הצליחה לדווח על משהו שאפשר היה לייחסו לשידורים מארה"ב. העורך של QST באותם הימים הגיב בלשון חריפה: "יבדקנו את מירב המעגלים שבהם השתמשו הבריטים והגענו למסקנה שכולם נחותים ביחס למעגל התקני האמריקאי - מקלט רגנרטיבי עם כוונון "ווריומטר" במעגל המשני והשלישוני. אני מתערב על הכובע החדש שלי שאם חובב מיומן אמריקאי היה נשלח לאנגליה עם מקלט כזה ועם מכשיר *Armstrong Superheterodyne*, היו השידורים מ-ארה"ב נקלטים ללא בעיה".

בספטמבר של אותה שנה נודע ברבים כי חובב אמריקאי מפורסם, **פול גודלי** (2ZE), עומד להישלח לאירופה לקחת חלק בשלב השני של הניסויים שתוכנן לחודש דצמבר. הוצאותיו שולמו על ידי אגודת ה-ARRL, שבאותם ימים מנתה 15000 חברים בעלי רשיון שידור. עד אז כבר הושגו בארה"ב טווחי קשר של למעלה מ-2000 מייל.

במהלך שהות קצרה של מספר שעות בלונדון, הוצג **פול גודלי** בפני **מרקוני**, אדמירל הצי **סיר הנרי ג'קסון**, **אלן קמפבל סווינטון** ומכובדים רבים אחרים מ"עמותת האלחוט של לונדון" (כך נקרא אז ה-RSGB). **פול גודלי** הציב תחילה את ציוד הקליטה שלו ב-Wembly Park, Middlesex, אבל די מהר החליט כי הרעשים החשמליים באזור יפריעו לקליטת האותות הטרנס-אטלנטיים החלשים. מסיבה זו ביקש וקיבל רשות להקים את תחנת הקליטה האירופאית ב-Ardrossan - עיר חוף קטנה ליד **גלאסגו** שבסקוטלנד. האתר שנבחר היה שדה רחב ידיים מכוסה כולו בעשבי ים. בהקמת האנטנה עזר **לפול גודלי** מישוה מ"חברת מרקוני הבינלאומית לקשר ימי". תחילה נמתח תיל ארד-זרחה (Phosphor-Bronze) באורך של 1300 רגל ובגובה של 12 רגל, נתמך על ידי 10 עמודים שמוקמו במרווחים שווים לאורך התיל. הקצה המרוחק של התיל הוארק על ידי Non-inductive resistor (נגד לא-השראתי). עוד לפני שהחלו הניסויים קוצר תיל האנטנה לאורך של 850 רגל. אנטנת קליטה זו מסוג Beverage היתה הראשונה מסוגה שהוקמה בממלכה המאוחדת.

ב-9 לדצמבר 1921, בשעה 00:50 על פי שעון GMT, זיהה **פול גודלי** אותות ששודרו מהתחנה IBCG שהיתה ממוקמת בגרינוויץ' קונטיקוט. תחנה זו הופעלה על ידי ששה חברי "מועדון הרדיו האמריקאי". אחד מהמפעילים היה **אי. הורד ארמסטרונג**, ממציא הגלאי הרגנרטיבי, המעגל הסופר-רגנרטיבי ומקלט הסופר-הטרודיין. דרך אגב, הצרפתים טוענים שמקלט הסופר-הטרודיין הומצא דווקא בפרזי על ידי **לוסיין לוי**.

יומיים לאחר מכן נפתחה תקופה חדשה עם קליטתה של ההודעה ההיסטורית ששידרו החובבים האמריקאיים. ההודעה ששודרה באורך גל של 230 מטר (שנקרא אז "גלים קצרים") היתה מנוסחת כדלקמן:

NO.1 de IBCG. WORDS 12. NEW YORK DECEMBER 11 1921

TO PAUL GODLEY, ARDROSSAN, SCOTLAND.

HEARTY CONGRATULATIONS

SIGNED: BURGARD, INMAN, GRINAN, ARMSTRONG, AMY, CRONKHITE.

שמונה חובבים בריטיים קלטו אף הם את ההודעה במלואה. אחד מהם היה **ביל קורסהם**, 2UV **מלונדון**, שמאוחר הוכתר על ידי ה-RSGB וה-ARRL כממציא כרטיס ה-QSL. ביל השתמש במקלט פשוט בן 3 שפופרות ואנטנת תיל בצורת L הפוך (מה שנקרא בישראל אנטנת "ר") באורך 100 רגל, שהיתה קצרה ביחס לאנטנה הענקית של **פול גודלי**.

בקיץ של 1922 החלו לחלק רשיונות לחובבי הרדיו של צרפת. **ליאון דלוי**, 8AB, נשיא מועדון הרדיו של העיר **ניס** בדרום צרפת החל לקלוט תחנות מאנגליה. אחרי ביקור בארה"ב, השיג **דלוי** יכולת לשפר את ציודו וב-27 לנובמבר 1923 קיים בהצלחה את הקשר הדו-כיווני הראשון מעבר לאוקיינוס עם **פרד שגל**, IMO **מוסט** **הרטפורד** במדינת **קונטיקוט**. חשוב לציין ששניהם שידרו באורך גל של 100 מטר שנחשב אז ל"לא שימושי". מאותו רגע תפס ה-DX הבינלאומי את מקומו הבטוח על מפת ההיסטוריה.

כיצד נולדה חובבות הרדיו (המשך)

מאת: נורמן פ. ג'ולי G3FNJ

חובא לפרסום ע"י שלמה מנוחין 4X1AS

תרגם גידי רדין 4X4IO

פרק חמישי ואחרון: זוטות

השידור האלחוטי של דיבור לקהל הרחב בוצע לראשונה בשנת 1915 מוויטינגטון די.סי., כאשר אירופה היתה עדיין נתונה במלחמה. במהלך שנת 1916 החלו שידורים סדירים לציבור מתחנת שידור ראשונה שהוקמה בפרבר של ניו-יורק.

בשנת 1919 התקין **פרנק קונרד**, שהיה סגן המהנדס הראשי בחברת ווסטינגהאוז, משדר בעצמה של 75 ווט במוסך ביתו אשר בוויילקינסבורג, פנסילבניה. בעזרת משדר זה, שהזדהה באות 8XK, שידר פרנק קונרד לראשונה בהיסטוריה בידור מוסיקלי רצוף עבור מאזינים נלהבים. חברת ווסטינגהאוז הבינה את הערך הפוטנציאלי הטמון בפעילות זו, והקימה את KDKA - התחנה המסחרית הראשונה בעולם לשידור סדיר - אשר פתחה את הקריירה שלה בהכרזות תוצאות מערכת הבחירות **הרדינג-קוקס** לנשיאות ארה"ב ב-2 לנובמבר 1920.

PCGG הייתה התחנה הראשונה באירופה שעסקה בשידור לציבור. היא החלה לפעול ב-6 לנובמבר 1919 מהעיר האג אשר בהולנד, לאחר שמהנדס בן 35 בשם **הנסו סטרינגה איזרדה** השיג את הרשיון הראשון באירופה לשידור מוסיקה ודיבור לקהל הרחב. זה היה שונה לגמרי מהטלגרפיה האלחוטית, שנתנה באותם זמנים שרות מנקודה לנקודה. תחנת PCGG שידרה מסוף 1919 ועד, 1924 שלוש פעמים בשבוע, סדרה של תוכניות מוסיקליות (הקונצרטים של האג). התדר המקורי של 670 מטר שבו פעלה התחנה שונה אחר כך ל 1150 מטר.

באותה עת, רוב האנשים שהאזינו לקונצרטים המשודרים השתמשו באוזניות. הם לא היו ביקורתיים יותר מידי ביחס לאיכות הצליל, משום שהיו נפעמים מהחידוש של קליטת דיבור ומוסיקה "מן האוויר". המשדר ההיסטורי שהופעל בתחנת PCGG מוצג כיום במוזיאון של שירותי הדואר ההולנדי בעיר האג.

השידורים הראשונים של דיבור ומוסיקה בממלכה המאוחדת (אנגליה) בוצעו מצ'למספורד, אסקס, באמצעות משדר בן 15 קילו-ווט של חברת מרקוני, אשר החל בשידורים סדירים בחודש פברואר 1920.

בקיץ 1924 נערך כנס של חברות הרדיו הגדולות בעולם לדיון בעתיד התקשורת הטרנס-אטלנטית. השתתפו **מרקוני** מברייטניה, **טלפונקן** מגרמניה, **רדיו-טלגרפיה** מצרפת ו**אר.סי.אי.** מארה"ב. האזינים המלומדים הסכימו כולם כי ניתן לגשר על פני האוקיינוס רק באמצעות גלים אולטרה-ארוכים של 10,000 עד 20,000 מטר, דבר שיצריך שידור בעוצמה של מאות קילו-וואטים, מקלטים בנפח של מזוודה גדולה, שלא לדבר על אנטנות באורך של למעלה מ-1600 מטר. הדוקטור **פרנק קונרד** מארה"ב, שאף הוא נכח בכנס, הביא איתו מקלט קטן לגלים קצרים שנפחו פחות מרגל מרובע. ברגע שחיבר את המקלט למוט קצר ששימש כאנטנה, נשמעו חלש אך ברור הקולות של עוזריו ששידרו מארה"ב ממרחק של כמעט 4000 מייל. באמצעות הדגמה מרשימה זו הנחית קונרד מכת מוות על הרעיון של שימוש במשדרים רבי עוצמה בגלים אולטרה-ארוכים. מאותו זמן ואילך ריכזו החברות המסחריות את מאמציהן בפיתוח ציוד לתקשורת בינלאומית הפועל בתחום הגלים הקצרים.

במצב השורר בימינו של איסוף מידע אלקטרוני וקישור לוויני כלל עולמי, מעניין לקרוא על הבעיות המסובכות שעמדו בפני השדרנים לפני למעלה מ-75 שנה, כאשר היה עליהם לארגן שידור לציבור מחוץ לאולפן. ב-BBC HANBOOK משנת 1928 הופיע מאמר שכותרתו "**בעיות בשידורי חוץ**", ובו נכתב כדלקמן:

"עבודה מחוץ לאולפן היא לעתים קרובות המשימה הקשה ביותר המוטלת על טכנאי הקול, לא מטעמים טכניים דווקא אלא מנקודת ראות מעשית. לעתים קרובות עליו לטלטל את ציודו למקום שאותו לא ראה אף פעם, להציב את המגברים שלו במיקום לא נוח, לבדוק את תקינות הקווים לאולפן, להחליט על מיקום המיקרופונים ולסלול את החיווט הדרוש במגבלת זמן של שעה בערך, מבלי להיעזר בניסיון קודם. שידורי חוץ נערכים לרוב מכנסיות, אולמי קונצרטים ותיאטראות שבהם קיימות בעיות של דההוד. לדוגמה, דרשה שנישאת בכנסייה תהיה מובנת לאוזנם של אנשי הקהילה הנוכחים באולם, אבל כדי שתהיה מובנת לאוזן גם דרך רמקולים חייב המיקרופון להימצא לא יותר מ-10 רגל (3 מטר) מן הדובר. כשמשדרים מחוזה מתיאטרון, והשחקנים נעים ממקום למקום על פני הבמה, הדרך היחידה להתגבר על הבעיה היא להציב מספר מיקרופונים ולהשתמש

בהתקן המאפשר מיתוג שקט בין המיקרופונים או שילוב שלהם תוך שליטה בעוצמה היחסית של כל מיקרופון. לעתים נדרש מיתוג מהיר בין המיקרופונים".

"אפילו אם עומדים לרשותו מגברים ומיקרופונים טובים, יתקל הטכנאי לעתים קרובות בקשיים עם הקווים המחוברים את האתר לאולפן. רובם של קווים אלו, במיוחד הארוכים שבהם, אינם מעבירים היטב את התדרים הגבוהים. הבעיות גרועות עוד יותר כשמנסים להעביר שידורים סימולטנית לרחבי אירופה. ניסיונות שנעשו בקישור האלחוטי היבשתי גילו חיש קל את חוסר האמינות שלו. קווי הטלפון התת-ימיים שאורכם עולה על כ- 200 מייל אינם מאפשרים איכות קול מספיק טובה אפילו לדיבור, שלא לדבר על חוסר האפשרות להעביר באמצעותם תוכנית מוסיקלית".

"ארגון ה-BBC היה הראשון בעולם לנצל את היתרונות של שידור סימולטני למערכת הלאומית. הודות לשיתוף הפעולה של מהנדסי משרד הדואר, ניתן לעקוב אחר אירוע בכל מקום שבו הוא מתרחש בתחום האיים הבריטיים ולשדר אותו סימולטנית מכל מרכזי ההפצה. אם נסתכל רחוק יותר קדימה, בהנחה שקישור אלחוטי לאולפן ישלים את הקישור הקווי, אין סיבה מדוע אי אפשר יהיה בזמן כל שהוא בעתיד לשדר בו-זמנית אירוע בעל חשיבות אל כל העולם התרבותי".

בספר "הרדיו יוצא למלחמה" שיצא לאור בהוצאת פאבר את פאבר בשנת 1943, כתב המחבר צ'רלס ג'י רולו:

"הרדיו יצא למלחמה ב-5 יבשות זמן קצר לאחר שהמפלגה הנאצית עלתה לשלטון בגרמניה. במהלך 9 שנים התייעל הרדיו והפך ממכשיר תעמולתי גס לאמצעי ללוחמה פוליטית שכמותו לא ראה העולם מעודו. הרדיו נושא את קול האדם במהירות האור מספר פעמים מסביב לכדור הארץ בשנייה אחת. כשהיטלר נואם בבית האופרה קרול שבברלין, מאזינים באמריקה ובכל מקום בעולם שומעים את דבריו דרך הגלים הקצרים עוד לפני שהגיעו לאוזני כל הקהל שבאולם. הרדיו מדבר בכל השפות ולכל המעמדות. השידורים חודרים מעבר לגבולות לאומיים, פוסחים על מכשולי הצנזורה המגבילים את המילה הכתובה, ומחלחלים דרך הרשת הצפופה שפרש הגסטפו. הרדיו מגיע אל הנבונים ואל הנבערים מדעת, אל הצעירים והזקנים, האזרחים והחיילים בקו החזית, אל קובעי המדיניות ואל ההמונים חסרי כוח ההבעה. חשיבותו של הרדיו כה גדולה בימינו עד שתפיסת תחנות השידור של האומה המובסת נחשבת לשלל מלחמה עיקרי".