

הנחמה האלקטרונית

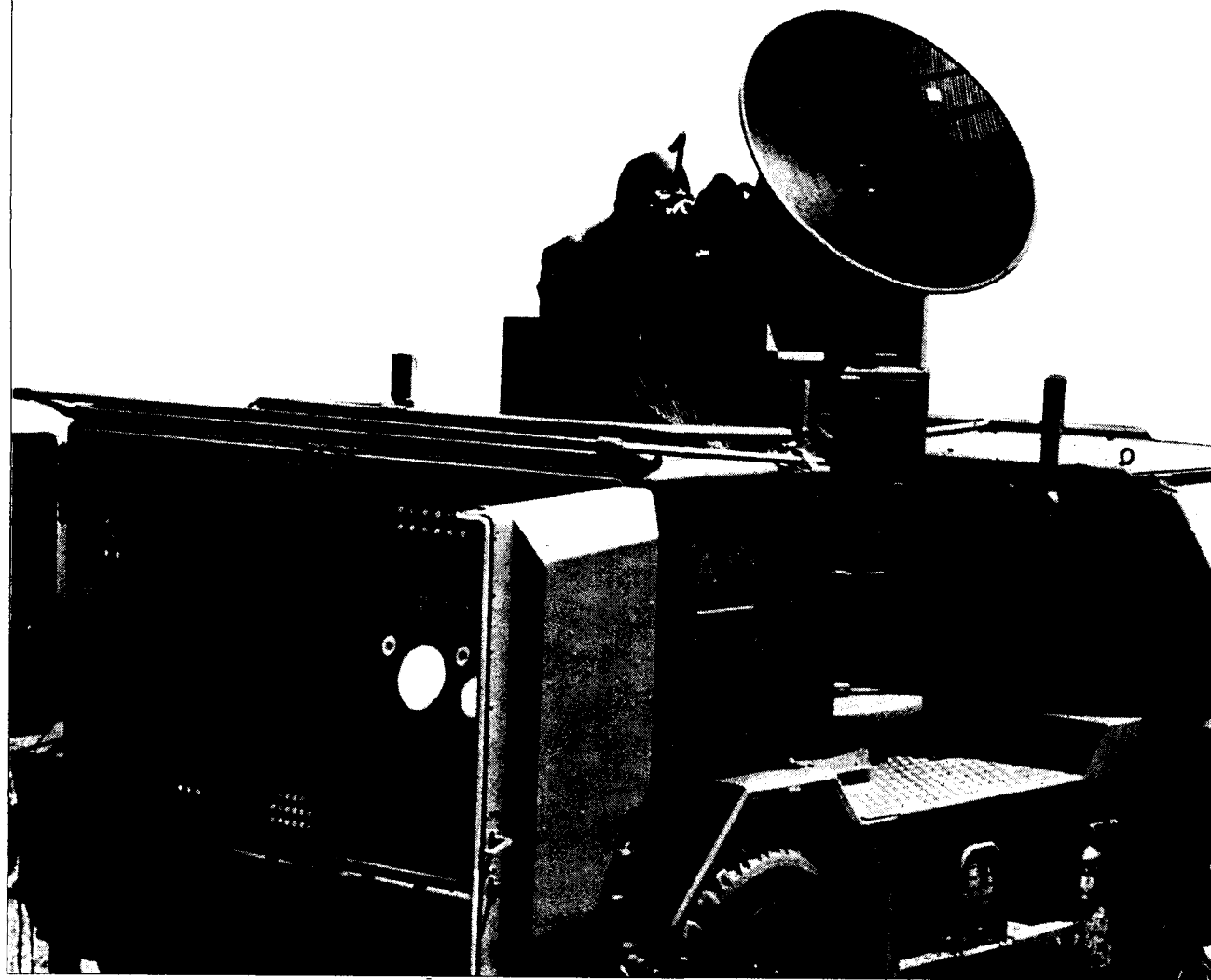
אתמול והיום

מ ב א

חשיבותה של האלקטרוניקה בחיים בכלל, ובצבא בפרט, גדלה והולכת מיום ליום. קשר הטלגרף, הטלפון והרדיו, אמצעי הגילוי למיניהם, כגון המכ"מ, ועוד אמצעים ומכשירים רבים נמצאים כיום בשימוש צבאות-העולם.

עם התפתחות האמצעים האלקטרוניים, החלו לפתח גם אמצעי-נגד, והחלה „מלחמת גלי-האתר“, כאשר לכל אמצעי חדש קם אמצעי-נגד, וחוזר חלילה.

במאמר שלהלן נסקרת התפתחות לוחמה זו.



ההתפתחות במלחמת-העולם השנייה

בתקופה שבין שתי המלחמות הפיקו אומות רבות תועלת מניסיון מלחמת-העולם הראשונה בתחום הלוחמה האלקטרונית. קשר הרדיו של הדיפלומטים נמצא תחת פיקוח מתמיד, ומדינות רבות האזינו לשידוריהן של מדינות אחרות.

עוד בשנת 1935 הפעיל משרד האוויריה הבריטי רשת של 5 תחנות-מכ"מ, ובשנת 1937 הוגדל מספרן ל-20. הגם שתחנות אלה היו מסוגלות לגלות רק את הטווח אל המטרה, ניתן היה לאכן את מקומה המדוייק תוך שימוש ב-3 תחנות או יותר. רשת-מכ"מ זו (שהיתה רשת-המכ"מ הראשונה בעולם שנוצרה לה למטרות התראה), שימשה בסיס למערכת-התראה אשר שמרה על החוף המזרחי והדרום-מזרחי של אנגליה 24 שעות ביממה — מאז 1939 ועד תום מלחמת-העולם השנייה.

מלחמה זו זרזה את המשך התפתחותו של המכ"מ — ועל כן גם את התפתחותם של האמצעים הנגדיים. עתה היתה חשובה במיוחד לכל צד לוחם, היכולת לנטרל את יתרונותיו העצומים של המכשיר לשימוש התקפה וההגנה. מלחמת-מדע זו התנהלה בבתי-חרושת ובמעבדות, הרחק מקר-החזית. אי אפשר היה להסתפק במכשיר מכ"מ חדיש וטוב יותר; בעת ובעונה אחת היה צורך לחפש דרכים להתגבר על אמצעי-הנגד של האויב. צ'רצ'יל כינה מלחמה זו „מלחמת הקוסמים“; שלבה הראשון החל מייד לאחר כניעת צרפת, במרחב האווירי שמעל בריטניה. המפציצים הגרמניים הראשונים, שתקפו את אנגליה באביב 1940, נווטו מעל צפון-צרפת ובלגיה באמצעות משואות-שידור מיוחדות. כל מטוס המצוייד באנטנת עניבה יכול היה לנצל אלומת-ניווט זו — הישר עד ליעד. מטרת משואות אלה היתה לאפשר התקפות אוויר גם בלילה או במזג-אוויר גרוע, בביטחון מקסימלי ותוך הקטנת השפעתה של ההגנה האווירית הבריטית ככל האפשר. אפשר היה להפריע לשיטת-ניווט זו בשתי דרכים: ראשית — על-ידי הפרעה למקלטי המטוסים; אך הגרמנים היו מרגישים זאת מייד, ונוקטים באמצעי נגד אחרים. על כן בחרו האנגלים בשיטה השנייה — הטעיית-רדיו.

הבריטים קלטו את אלומת-הניווט ושידרו אותן מחדש, תוך שימוש באנטנות כיווניות, במרחק קילומטרים אחדים. המטוסים הגרמניים קלטו על כן שני סוגי אותות — המקוריים והמחזרים. כיוון שהאותות הבריטיים היו חזקים יותר, התנווט המטוס לפיהם — והחטיא את מטרותיו.

בסתיו 1940 הנהיגו הגרמנים שיטה חדשה בצרפת הכבושה פעל זה זמן רב משרד, שלכאורה שידר דבר-יתעמולה, אך מטרתו האמיתית היתה אחרת. לפני כל התקפת אוויר צומצם השידור לרוחב-אלומה של 3 מעלות בלבד, וכך הפך לאלומת-ניווט, אלו-מתי-הניווט השנייה היתה מצטלבת עמה מעל

התפתחות הלוחמה האלקטרונית במלחמת העולם הראשונה

הרצון והצורך להשיג ידיעות על הזולת, אם בן-אדם על-ידי-בו, ואם מדינה על אויביה בכוח ובפעול, החל בשחר ההיסטוריה. שאיפה זו כללה גם את תחום אמצעי-התקשורת, על-כן פותחו צופנים ואמצעי-הסתרה אחרים, כדי למנוע מידע מן היריב.

● ידוע, שכבר בשנת 300 לפני הספירה הורה מלך הודו את שגריריו בארצות הברות לנסות לפענח את הציורים והסימנים שבמקדשי-האלים.

● גם בספרטה וגם ברומי השתמשו בכתבי-סתר צבאיים.

● מעניין לציין, שמרי, מלכת סקוטלנד, הוצאה להורג, מפני שיריביה הצליחו לפענח את הודעותיה שהיו כתובות בכתב-סתר.

● עם הפעלת קשר הטלגרף החלה גם ההאזנה למברקים המועברים בו, ופיענוחם.

● עם שחר 5 באוגוסט 1914, סמוך לפרוץ המלחמה, חתכה אניה בריטית את הכבל התתימי של הגרמנים בים הצפוני. כתוצאה מכך נאלצו הגרמנים להתקשר עם שגרירויותיהם בחו"ל ברדיו, או בכבלים אחרים שהיו בשליטת אויביהם. בספטמבר 1914 הצליחו הרוסים להכניע בים הבלטי את אניית-הקרב הגרמנית „מנדבורג“, ומפתחות כתבי-הסתר שלה נפלו לידיהם. מפתחות אלה נמסרו לבריטים, ואיפשרו להם לפענח את התשדורות הגרמניות במשך זמן ממושך. בין היתר הצליחו הבריטים לפענח גם את „מברק צימרמן“* המפורסם; וזה סיפורו:

בשנת 1917 נקלטה תשדורת, שנשלחה מברלין אל השגריר הגרמני בארה"ב. עם פענוחה התברר כי התשדורת מכילה הוראות על מלחמת-צוללות בלתי-מוגבלת, וכן הצעה למקסיקו, להכריז מלחמה על ארצות-הברית, תמורת סיפוח טקסס, ניו-מקסיקו ואריזונה לשטחה. כן הוצע למקסיקו כי תשכנע את היפאנים לעבור לצד הגרמנים.

התשדורת נקלטה ב-17 בינואר 1917. ב-2 באפריל באותה שנה החליט הנשיא האמריקני וילסון, כי „הצדק חשוב מן השלום“, והכריז מלחמה על גרמניה ובעלות-בריתה.

* לפרטי העניין קרא „מזימות במלחמה“, מאת ברברה טוכמן, בהוצאת „מערכות“.

יעד ההתקפה. זמן-מה הצליחו הגרמנים להפעיל שיטה זו ביעילות; אולם בסופו של דבר היו אלה אזרחי לונדון דווקא, אשר גילו את התחבולה. תושבים רבים גילו כי לפני כל התקפת-אוויר התחזקה פתאום עוצמת-האותות הנקלטים ממשרד זה בעיר — ובאותו זמן נחלשו האותות במידה ניכרת במקלטים שמחוץ לעיר. גם האלומה השניה התגלתה, וקביעותן של התופעות הוליכה בסופו של דבר לחקירה מקפת — עד אשר הוברר העניין.

אמצעי-הנגד הבריטי התבטא בשידור-מחדש של אותם אותות ובאותו תדר — אולם באנטנה כלל-כיוונית. עלידי כך איבדה השיטה את יעילותה. לעתים הופעלו גם אנטנות כיווניות כך שהמפציעים הגרמניים זרקו את מטען-פצצותיהם הימה.

באותה תקופה גרמו הגרמנים הפרעות חמורות לתנועת האניות הבריטיות בתעלת למנש. הם החלו מפעילים זרקורים ותותחים המכוונים על-ידי מכ"מ, ואלו עשו צבי הבריטי שמות. אולם שוב ניצלו הבריטים בדרך-מקרה. מטוסים בריטיים שחזרו מפעולות ביבשה, גילו כי כאשר הפעילו את משדריהם לזיהוי-עמית-טורף (IFF), היו הגרמנים מכ"מ בים או מסיטים את זרקוריהם. כאשר נבי דקה מערכת-מכ"מ גרמנית שנפלה לידי ה-אנגלים, התברר כי באמצעות מכשירי זיהוי-עמית-טורף אלה אפשר להפריע למכ"מ הגרמני. אי לכך הופעלו אותם מכשירים בצורה מתוכננת ונבנו תחנות-הפרעה קרקעיות. כתוצאה מכך הוצאה מכלל פעולה כל מערכת ההתראה המוקדמת של הגרמנים.

אולם בליל 11 בפברואר 1942 נהפך הגלגל, ודווקא הגרמנים ניצלו את הלוחמה האלקטרונית לטובתם. הם הצליחו לשתק את כל ממשיכי המכ"מ הבריטיים (פרט לאחד, אשר אמנם פעל כראוי ומסר התראה מוקדמת — אלא שבהיותו יחיד, לא האמינו להודעו-תיו...), עקב זאת הצליחו הגרמנים להעביר דרך תעלת למנש 3 אניות-קרב כבדות בלי שהרגישו בכך הבריטים. בפעולת-מנע אלקטרונית זו הוכיחו הגרמנים את רמת התפתחותם בטכנולוגיית-המכ"מ, וכן הדגימו את יעילותה של החסימה המופעלת נגד מכשירי-מכ"מ.

למעשה הפסידו הגרמנים את קרב-האוויר על אנגליה עוד בסתיו 1940; על אף עליונותו המספרית ספג חיל-האוויר שלהם אבידות רבות עד כדי כך, שלא הצליח להתאושש לחלוטין עוד סוף המלחמה. הבריטים השיגו הישג זה במספר קטן יחסית של מטוסי-קרב; אולם היתה להם מערכת-מכ"מ מפורתחת, והיא סייעה להם לגלות את הטייסות הגרמניות בהימצאן עדיין הרחק מן החוף, להזעיק את מטוסי-הקרב, ולהביאם לתקיפת האויב בזמן הנכון ובמקום הנכון. אל נכון הקצה צרצ'יל למפתחי המכ"מ את מיטב כוחי-האדם והציוד — שכן היה משוכני, נע, כי סיכויי הניצחון תלויים במידה רבה בהצלחתו של מכשיר אלקטרוני זה. ואכן, הנחה זו התאמתה, ויש אומרים כי מערכת-

בחינה אחרת של הלוחמה האלקטרונית שהתבלטה במלחמת-העולם הראשונה, היתה האפשרות לאכן את מקום תחנות-השידור של האויב, לפי האנרגיה המוקרנת על ידן. כיום דבר זה הוא בבחינת מובן מאלי; אך בשנת 1915 היתה אפשרות מעין זו בבחינת היוצא מגדר הרגיל. תחנות גילוי-הכיוון הראשונות הותקנו במגדלים מיוחדים, יחד עם תחנות-האזנה; מאוחר יותר פותחו תחנות ניידות לגילוי-כיוון.

הלוחמה האלקטרונית הצליחה להתגבר על התקפות-האוויר של הצפלינים. לבריטים נודע כי קשר-הרדיו של הצפלינים מתנהל בתדר יחיד ובאותות-קריאה קבועים. בכל מקרה בו נקלט אות-קריאה מסויים, ידעו הבריטים כי צפייה התקפת-אוויר גרמנית.

לא רק קשר-הרדיו סיפק מידע למודיעין האויב: גם הקשר הקוי היה כספר פתוח לפניו. במשך „מלחמת החפרות" בשנים 1914—1915, כאשר המרחק בין שוחות שני הצדדים לא עלה על 50 מטרים, ושני הצדדים השתמשו בכבל-שדה יחיד (במעגל אדמה); היה קל ביותר להאזין לשיחות האויב תוך שימוש בשיטות שונות. כאשר רחקו קווי-החזית זה מזה והופרדו על-ידי „שטח-הפקר" של גדרות-תיל ומוקשים, נדרשו שיטות חדשות, תוך ניצול עקרון ההשראה האלקטרו-מגנטית. מכל תחנת-האזנה התפשטו „תילי-גישוש" מבודדים, עשויים נחושת או מוטות-מתכת, שהונחו קרוב ככל האפשר לקווי-האויב. תילים אלה פעלו לפי עקרון הגברת זרמי-הקרקע, שנקלטו בעזרתם.

ישנן גם דוגמאות להפעלת הפרעות המכוונות לרשתות-הרדיו של האויב. הדוגמה הבולטת ביותר היא פרשת הפרעותיהם של הגרמנים לרשתות פיקוח החופים של הבריטים בדודנלים. עקב הפרעות אלה, הצליחו שתי אניות-קרב גרמניות להתחמק מהים השחור אל המים הטריטוריאליים התורכיים.

דוגמה אחרת של לוחמה אלקטרונית, היא הסיפור על קציני-תצפית ארטילרי של ה-אמריקנים, שטס במטוס מערבית לסיגון, ושמע קול בעל מבטא אמריקני מובבק, שבי-קש סיוע ארטילרי; אולם כאשר בדקו התותחנים את נקודת-הציון המבוקשת, התברר כי היעד הוא למעשה בסיס צבאי אמריקני (ברור כי במקרה זה לא ירו התותחנים).

שני המקרים הללו, בתחום קשר-הרדיו הצבאי, הם דוגמאות ברורות לניצול הלוחמה האלקטרונית במלחמת ויאט-נאם. הצווד האלקטרוני שנמצא בתחנת-ההאזנה הנוכרת כלל מכשירי-טרנזיסטור רגילים של חברת "טוני", שהותאמו לתחומי-התדרים הצבאיים.

בדיקת המברקים האמריקניים שנמצאו בתחנת-ההאזנה הראתה, כי הצפוניים ניצלו את עצלותם של הקשרים האמריקנים. שידורים המכילים ידיעות צבאיות טקטיות מותרים (לפי הוראות הצבא האמריקני) רק בהיותם מוצפנים בקודים המוסמכים. אולם כפי ש-הוכיחה הבדיקה, הסתפקו החיילים האמריקנים במקרים רבים ב"קודים פשוטים" — שהם פשוטים ומיחירים יותר. על כן לא התקשו המאזינים (ששלטו היטב בשפה ה-אנגלית) לרשום ולפענח כל הודעה תוך דקות ספורות.

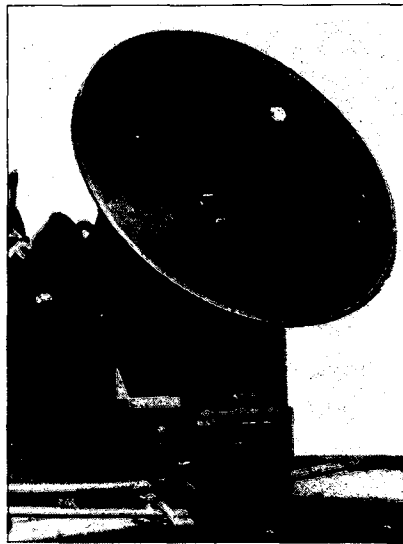
תחנת-ההאזנה היתה קשורה, באמצעות צוות רצים, אל תחנת-שידור סמוכה, כך שהצפוניים יכלו להעביר את הידיעות החשובות תוך זמן קצר למפקדות הנוגעות בדבר; לדוג-מה, אפשר היה להזהיר יחידה על התקפה צפויה של האמריקנים, על הפצצת-איור או על מארב. לדברי השבויים, לא נמשכה שבירתה של הודעה יותר מ-30 דקות.

בין ההודעות שפוענחו היו גם הודעות-התראה לכוחות האמריקניים, בדבר פעולות-ההפצה שעמדו להיערך על-ידי מטוסים מסוג "B-52". קליטתן של הודעות אלה נתנה התראה לצפוניים בעוד מועד, וללא ספק הפיקו ממנה תועלת רבה. יש להניח כי הם מפעילים תחנות-האזנה נוספות מסוג זה. לאחר גילויים אלה חוזקו אמצעי-הביטחון ה-אמריקניים בוואט-נאם. קצינים בכירים של מפקדת הצבא האמריקני בוואט-נאם מבקרים עתה ביחידות-השדה, כדי לשכנע את המפקדים בצורך להישאר צמודים לקודים המאושרים, תוך כדי שימוש בקשר-רדיו, ולא להשתמש בקודים "פשוטים".

מכל האמור לעיל ברור, כי הלוחמה האלקטרונית מוצאת את ביטוייה גם כיום במלחמת ויאט-נאם.

במלחמת העתיד יהיה תפקיד מכריע לא רק לעוצמה האטומית ולטכניקת-הטיילים, אלא גם ללוחמה האלקטרונית, אשר תהיה אחד המרכיבים החשובים בתכנוני ההתקפה וה-הגנה.

מעצבי המדיניות הצבאית מצויים לתת דעתם לנושא זה, וללמוד מן הניסיון ומשיאוריהם של האחרים. כיום אין עוד מנוס מהשתתפות ב"מלחמת גלי-הארת".



את בעלות-הברית, באשר לכוונותיה של הארמיה הגרמנית השישית באיזור הארדנים.

ההתפתחות לאחר מלחמת-העולם השניה

בשלהי המלחמה הכירו כל המדינות ה-לוחמה בערכה של הלוחמה האלקטרונית. במלחמת קוריאה, וכן בהתקפה הסינית על הודו בשנת 1962, שוב מילאה הלוחמה האלקטרונית תפקיד חשוב בפעולות שני הצדדים.

כאשר תקפו הסינים בשנת 1962 את איזור טוונג, השיגו את מטרם בראש-וראשונה על-ידי ניצול עקרון ההפתעה. בין היתר היו בקיאים בתדרי רשתות-הרדיו של הצבא ההודי; מייד עם תחילת ההתקפה חסמו את רשת-הפיקוד ההודית העיקרית, בעוד ש-רשתות האחרות שידרו פקודות מזויזפות ומנוגדות זו לזו, בשפות השונות של מש-פחת-העמים ההודית. התוצאה — אנדרל-מוסיה מוחלטת אצל הודים (לאחר זאת הודו קיני-המטה ההודים, כי עד אז לא ידעו שניתן לנהל מלחמה בצורה זו).

מקורות רשמיים בדרום ויאט-נאם הודיעו ב-12 בינואר 1970, כי הכוחות האמריקניים כבשו תחנת-האזנה של הוואט-קונג, כ-50 קילומטרים צפונית-מערבית לעיר סייגון. תחנה זו קלטה אלפי מברקים צבאיים, אשר סיפקו מידע עשיר, כגון מקומם ועיתויים של התקפות-איור, הפגזות ארטי-לריות ומארבים. בתחנה נמצאו העתקיהם באנגלית של 1400 מברקים שנקלטו. מברקים אלה נרשמו, תוך כדי קליטתם, בקצרנות, ולאחר זאת פוענחו ונכתבו בלשון אנגלית רגילה.

נקודות-ציון מדוייקות היו רשומות בעיפרון על גבי חלק מן המברקים, ודבר זה מוכיח, כי ה"קוד" הבלתי רשמי, שבו השתמשו האמריקנים להעברת נקודות-ציון נשבר בקלות על-ידי כוחות הצפון.

המכ"מ הבריטית תרמה להשגת הניצחון יותר מאשר פצצת-האטום.

בשיאה של מלחמת-העולם השניה נפגעו הצוללות הגרמניות קשה על-ידי מכשירי המכ"מ של האניות והמטוסים הבריטיים — וזאת, בתקופה שבה כמעט הביא המספר הרב של אניות בריטיות טבועות את בריטניה לסף הכישלון.

תפקיד חשוב בין אמצעי-הנגד האלקטרוניים מילא ההתקן הפשוט המכונה "חלון": היו אלה פסי-מתכת פשוטים, שנחטכו לפי אורך-הגל של תדרי המכ"מ הגרמני, וזרקו ממטוסי-סיס, כדי להפריע לפעילות האלקטרונית של האויב. הימצאותם של פסים אלה באיור מילאה את מרקע-המכ"מ ב"הדים" רבים עד כדי כך, שאי אפשר היה לברור מהם את הדי המטוסים האמיתיים. מכשירי המכ"מ הגרמניים עבדו בתדרים שבין 100 ל-600 מגהרץ — לרוב בין 550 ו-570 מגהרץ. בשל פס צר זה היו פגיעים למדי להפרעות מכוונות. כן היה אורך-הגל כזה, שאפשר היה לדמות על מרקע המכשיר מפיץ בן 4 מנועים, בעזרת פסי-מתכת ("חלון") קצר למדי.

בקיץ 1943, כאשר כבר נהנו בעלות-הברית מעליונות אווירית יחסית, הפעילו את "החלון" לראשונה בצורה המונית. בהתקפת-איור רבתה על העיר המבורג הטילו 791 מפציצים חבילה של 2,000 פסי-מתכת; בצורה זו הופיעו על מרקע-המכ"מ הגרמניים 12,500 "מטוסי-אויב". ברור כי ההגנה האווירית של הגרמנים הופתעה לחלוטין, ורק 12 מטוסים הופלו באותו לילה. אולם מספר שבועות לאחר מכן הפעילו גם הגרמנים אותה תחבולה בשעת התקפה על מחנה בריטי, וגם כאן היו התוצאות חמורות ביותר לצד המנן. השיטה שוכללה לאחר מכן, על-ידי הפעלת מטוסים בודדים בעלי התקני-הפרעה, אשר ליוו את המטוסים התוקפים.

ללא ספק שופרו במלחמת-העולם השניה גם טכניקות ההאזנה לשידורים. כל המדינות השתמשו באמצעי זה; ודי אם נציין, כי לקראת סוף המלחמה נענו 70 אחוזים מכל הידיעות על האויב שהיו ברשות הגרמנים מהאזנה לרשתות-הרדיו של בעלות-הברית.

אחת הדוגמאות הבולטות לפעילות זו היתה פעולת המודיעין הגרמני נגד כוחות בעלות-הברית שפלשו בשנת 1944 לחוף נורמנדיה. הגרמנים טוענים כיום, כי הצליחו לגלות 95 אחוזים מן הכוחות הפולשים, ולאכן את מקומם על-ידי אמצעי גילוי-כיוון. לדברי הגרמנים אישרו רשויות בעלות-הברית עובד זה.

מעט מאוד ידוע על פעולות ההפרעה וההטעייה ברדיו, שהונהגו על-ידי שני הצדדים. הבריטים התקינו משדרי-הפרעה במפציציהם מסוג "ואלינגטון", כדי להפריע לכוחות השריון הגרמניים במדבר המערבי. בשנת 1944 ניסו בעלות-הברית להטעות את הגרמנים, על-ידי כך שביימו נחיתת-כוחות בחופי תעלת למנש (בעוד שהפלישה האמיתית נערה-כה בחופי נורמנדיה). גם הגרמנים גילו פעילות בתחום זה, ובדצמבר 1944 ניסו להטעות