

SCE

המכללה האקדמית להנדסה ע"ש סמי שמעון

מערכת לוחמה אלקטרונית ניידת

מאת-

אלון תלגוקר

איתי מצרי

בהנחיית-

עמית טויק



מטרת הפרויקט-

בדומה לאירועים שהתרחשו בעוטף עזה ב-7 באוקטובר, האויב מבצע שימוש בתקשורת טקטית שהעניקה לו יתרון בשדה הקרב.

הפרויקט מתמקד ב:

❖ הבנת התקשורת של Walkie Talkie.

❖ התעמקות במכשירי ה-SDR.

❖ שידור מידע / רעש.

❖ הסקת מסקנות.

מטרת העל של הפרויקט:

בניית מערכת ללחימה כנגד מערכות קשר ניידות.





המכללה האקדמית להנדסה ע"ש סמי שמעון

מכשירי קשר

אתגרים

שלבי ביצוע

כלים לביצוע

מבנה המערכת

הישגים ותוצאות

הצעות להמשך

מכשירי קשר-

❖ אפנון FM (NB/WB)

❖ מרווח בין תחנות (12.5kHz/25kHz)

❖ PMR446 (446.0MHz – 446.2Mhz)

❖ CTCSS / DCS



מכשירי קשר

אתגרים
שלבי ביצוע
כלים לביצוע
מבנה המערכת
הישגים ותוצאות
הצעות להמשך

מכשירי קשר טקטיים-

❖ כמות אפנונים רחבה - AM / FM / ASK
FSK / PSK / QAM / GMSK / ועוד...

❖ טווח תדרים רחב

❖ שימוש בקידודים בשידור האות - לדוגמה
AES 256

❖ עוד המון פונקציות מיוחדות...



מכשירי קשר

אתגרים

שלבי ביצוע

כלים לביצוע

מבנה המערכת

הישגים ותוצאות

הצעות להמשך

-SDR

מערכת תקשורת רדיו שבה פונקציות עיבוד אותות טיפוסיות, אשר מבוצעות באופן מסורתי באמצעות חומרה ייעודית (כגון מערבלי תדר, מסננים, מגברים, מאפננים), מוחלפות על ידי רכיבי תוכנה הפועלים על גבי פלטפורמה דיגיטלית כללית-כגון מחשב, מעבד או FPGA.



מכשירי קשר

אתגרים

שלבי ביצוע

כלים לביצוע

מבנה המערכת

הישגים ותוצאות

הצעות להמשך

אתגרים-

- ❖ שימוש ב"רכיב" חדש לא מוכר - SDR
- ❖ שידור מידע למכשיר חיצוני (התאמת אפנון)
- ❖ הקלטה של אות "מקודד" ושידור האות
- ❖ שידור האות ברוחב פס ספציפי ובתדר ספציפי

מכשירי קשר

אתגרים

שלבי ביצוע

כלים לביצוע

מבנה המערכת

הישגים ותוצאות

הצעות להמשך

שלבי ביצוע-

1. חקר מעמיק בנושא מכשירי הקשר
מכשירי קשר טקטיים - < בעיית רגולציה - <
מכשיר קשר פרטי
2. מציאת תוכנות שתומכות ב-SDR
(לקליטה + שידור)
3. בניית תרשימים וקטעי קוד אשר מבצעים
את הנדרש



המכללה האקדמית להנדסה ע"ש סמי שמעון

מכשירי קשר

אתגרים

שלבי ביצוע

כלים לביצוע

מבנה המערכת

הישגים ותוצאות

הצעות להמשך

כלים לביצוע-

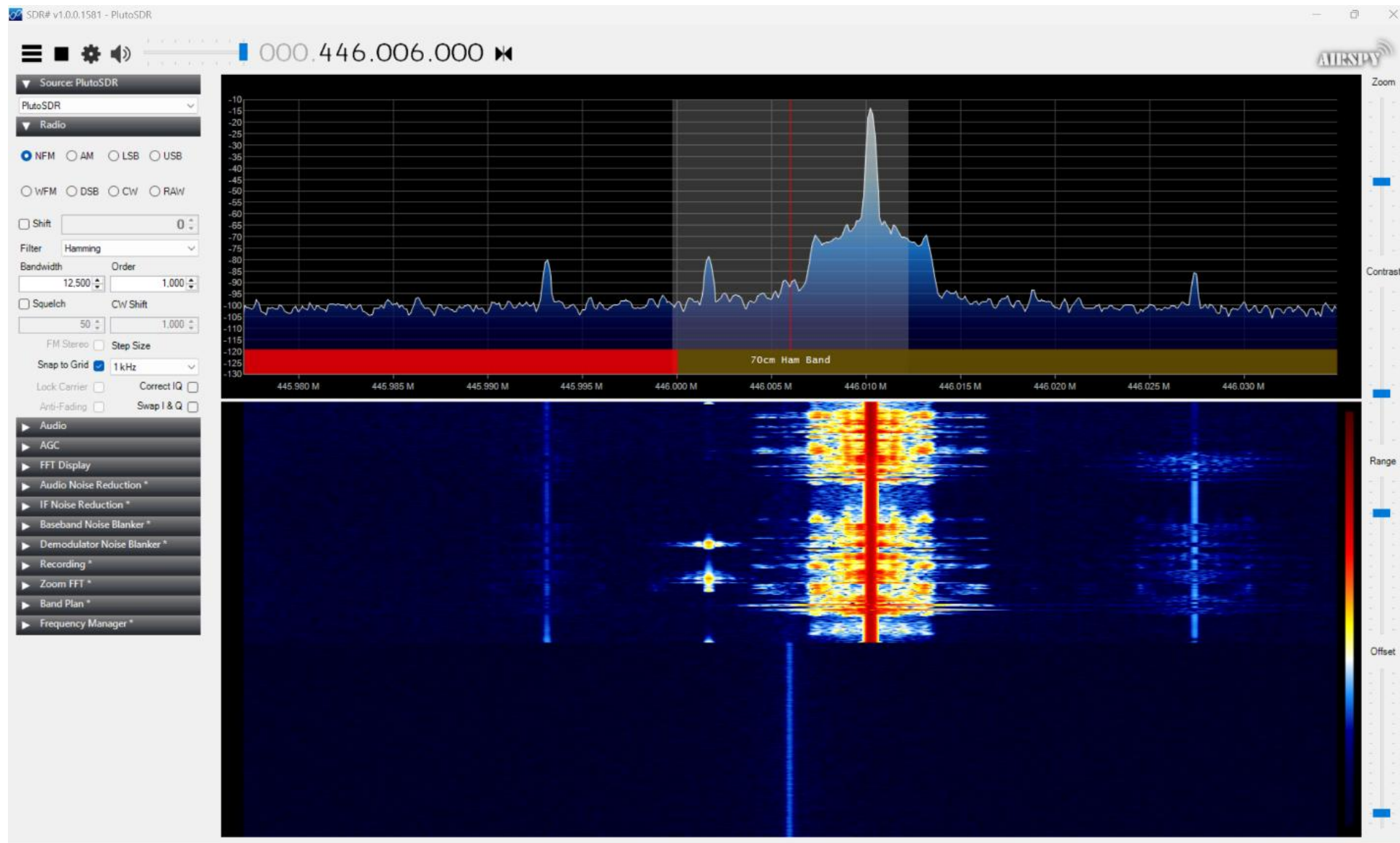
1. SDR Sharp
2. Simulink
3. MATLAB



המכללה האקדמית להנדסה ע"ש סמי שמעון

-SDR Sharp (AirSpy)

מכשירי קשר
אתגרים
שלבי ביצוע
כלים לביצוע
מבנה המערכת
הישגים ותוצאות
הצעות להמשך



מכשירי קשר

אתגרים

שלבי ביצוע

כלים לביצוע

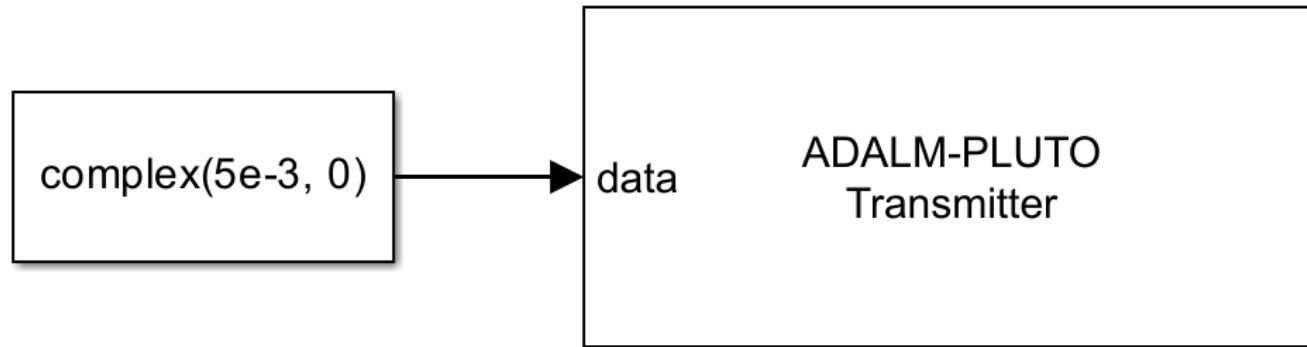
מבנה המערכת

הישגים ותוצאות

הצעות להמשך

-Simulink (Math Works)

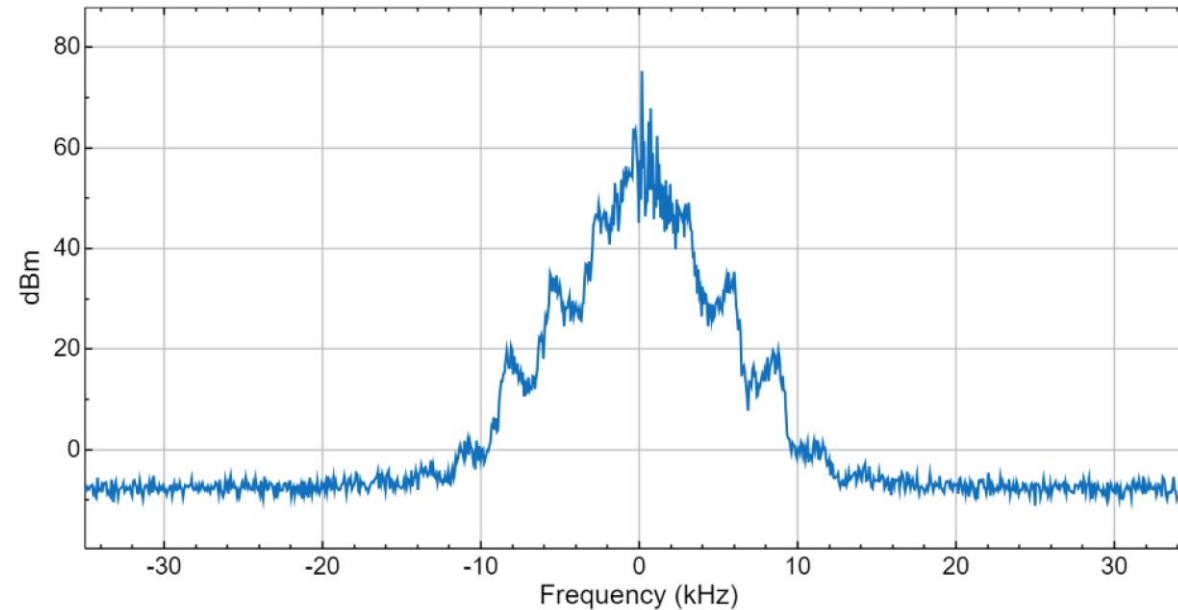
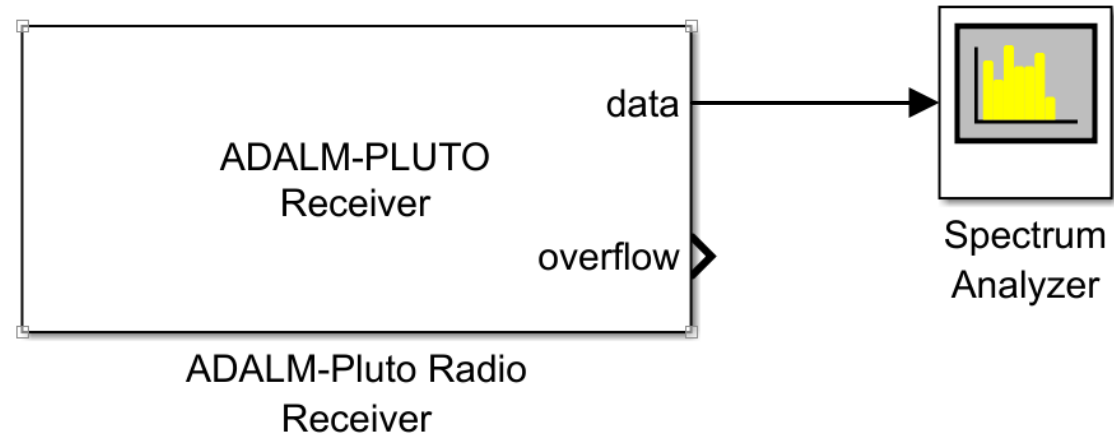
שידור של ערך מרוכב



מכשירי קשר
אתגרים
שלבי ביצוע
כלים לביצוע
מבנה המערכת
הישגים ותוצאות
הצעות להמשך

-Simulink (MathWorks)

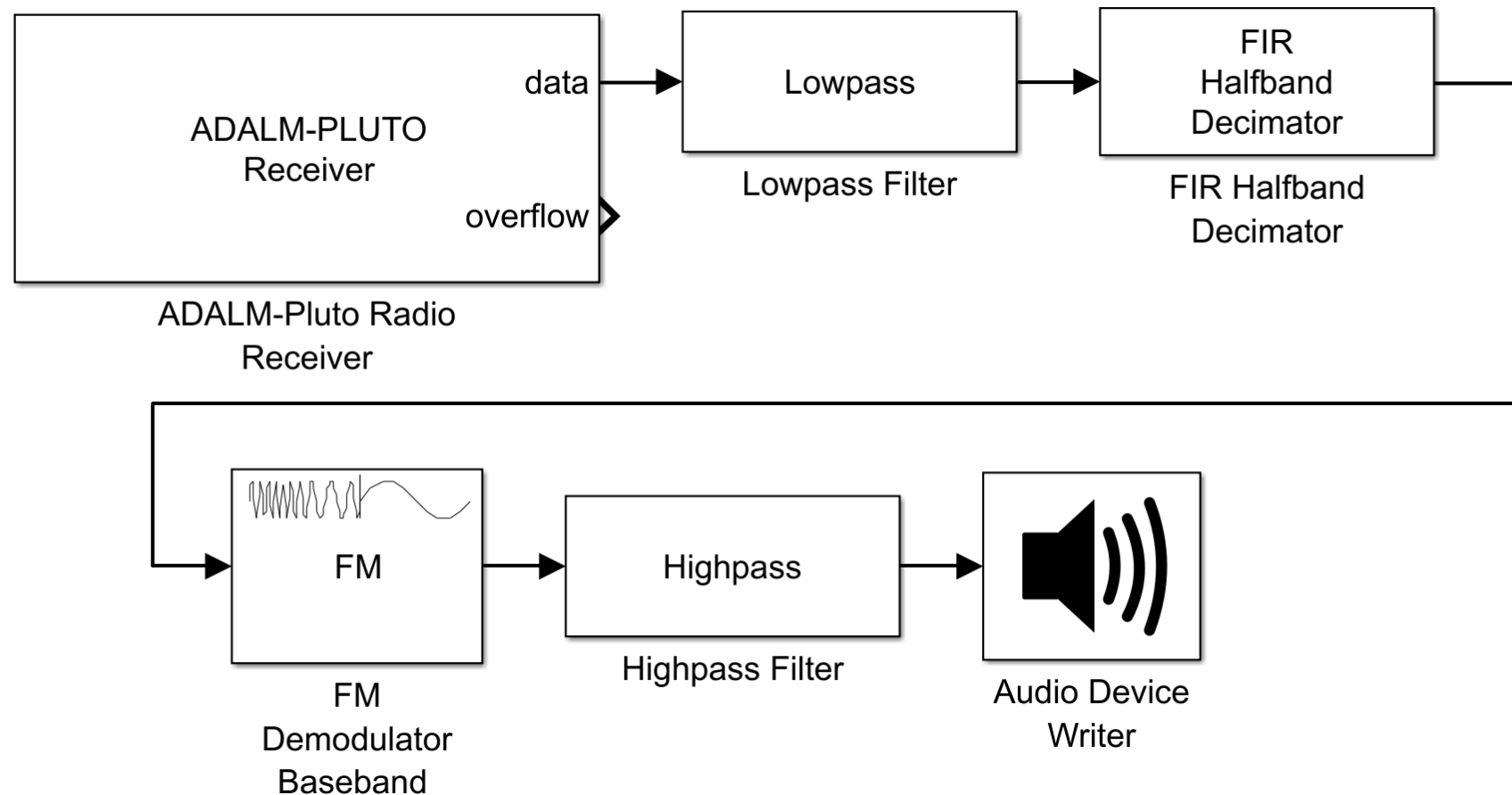
תרשים לקליטה והצגה של האות



-Simulink (MathWorks)

תרשים לקליטה של אות מאופן FM מהמכשיר
קשר והשמעתו

מכשירי קשר
אתגרים
שלבי ביצוע
כלים לביצוע
מבנה המערכת
הישגים ותוצאות
הצעות להמשך



-Simulink (MathWorks)

שידור של אות מוסיקה אל המכשירי קשר

מכשירי קשר

אתגרים

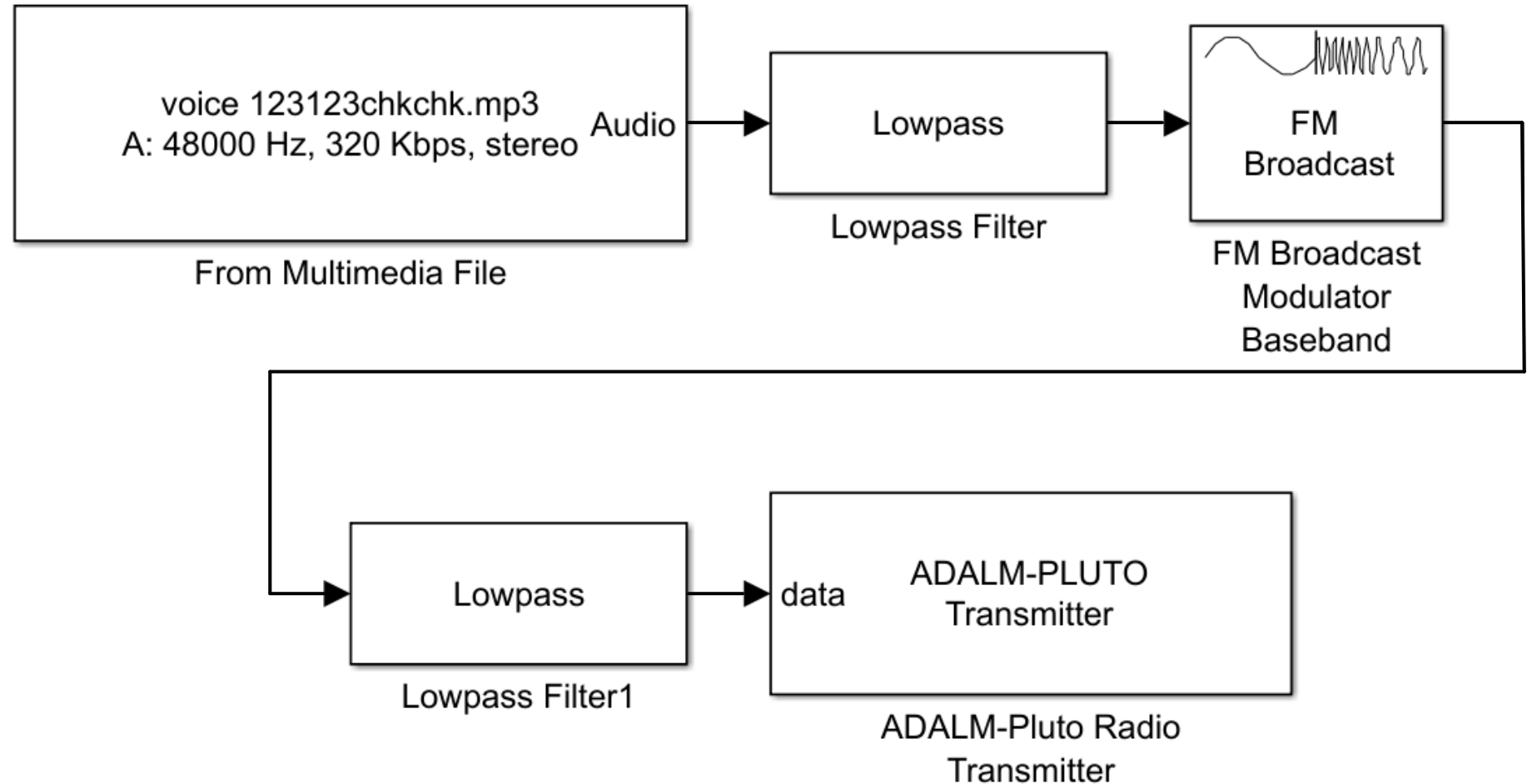
שלבי ביצוע

כלים לביצוע

מבנה המערכת

הישגים ותוצאות

הצעות להמשך

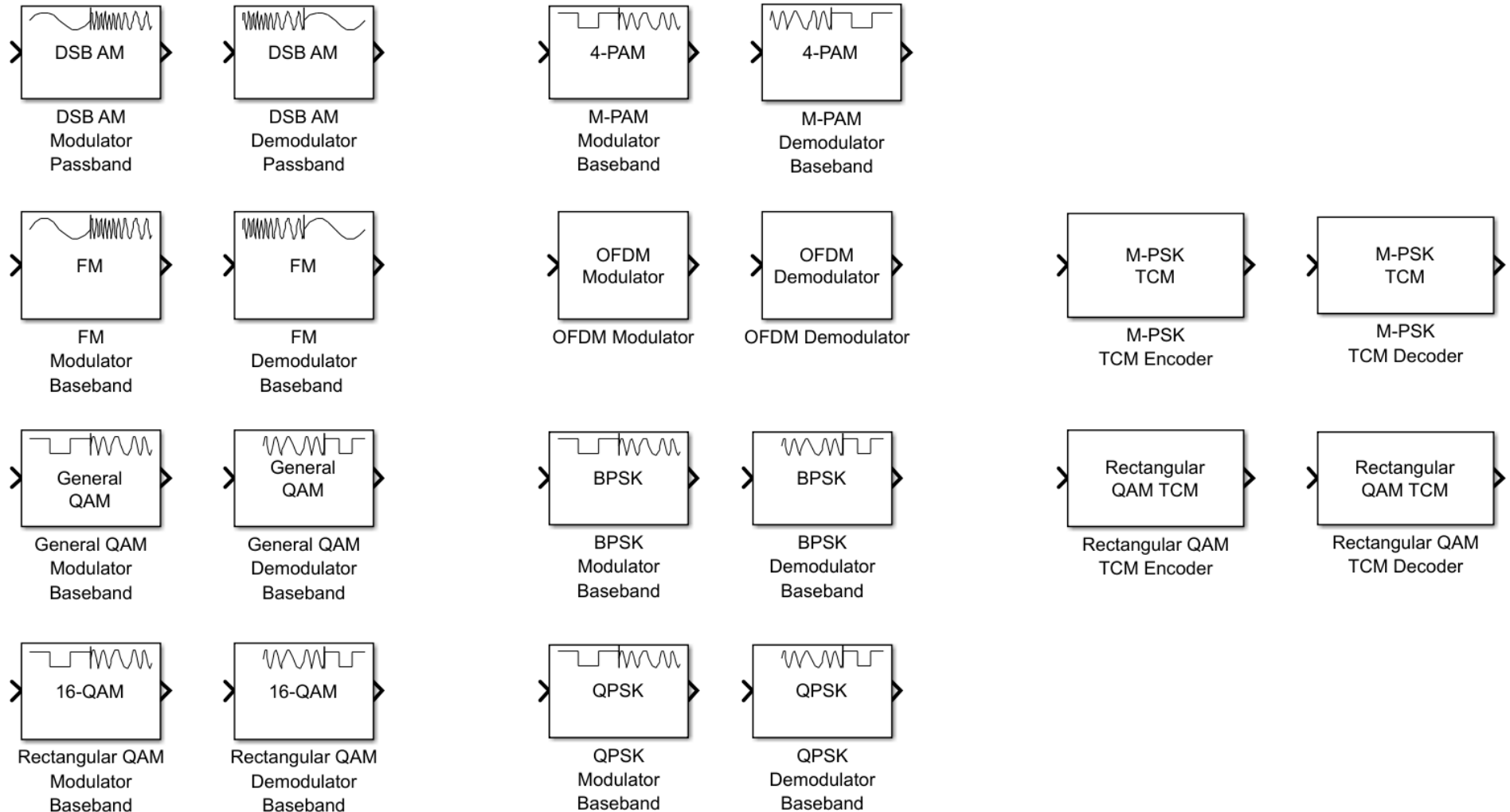


מכשירי קשר
אתגרים
שלבי ביצוע
כלים לביצוע

מבנה המערכת
הישגים ותוצאות
הצעות להמשך

-Simulink (MathWorks)

סוגי אפנונים שונים



מכשירי קשר

אתגרים

שלבי ביצוע

כלים לביצוע

מבנה המערכת

הישגים ותוצאות

הצעות להמשך

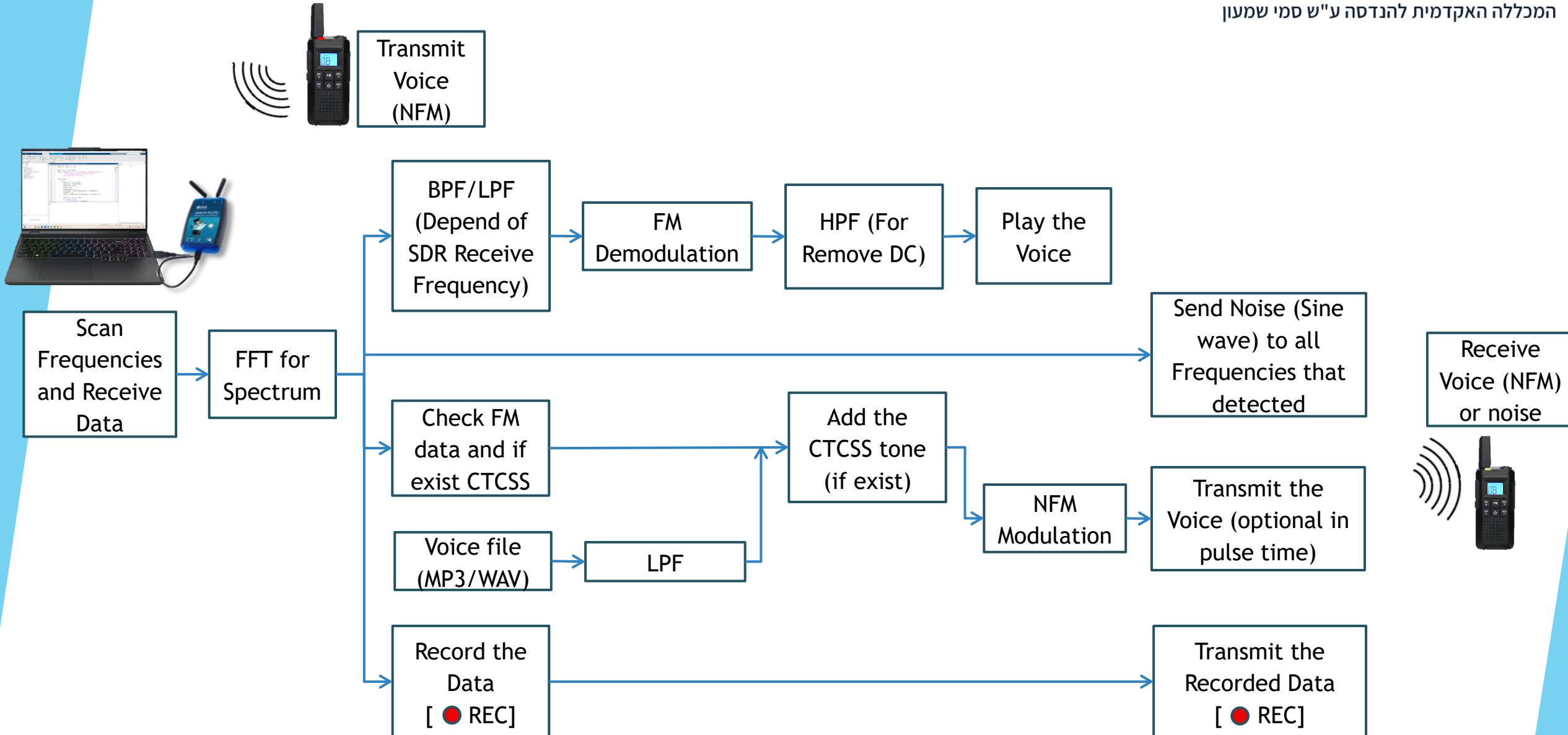
-MATLAB (MathWorks)

היו לנו חסרונות עם שימוש בSimulink





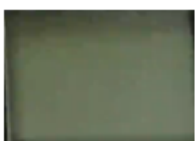
יצרנו מגוון רחב של קטעי קוד-

- סריקה של טווח רחב של תדרים
- מציאת תדרים שמשודרים בהם אותות (ושגם הפסיקו לשדר)
- שידור של אות רעש/שמע בהתאם לרצון המשתמש
- שידור של אות שמע/רעש "כפולסים" של זמן
- הקלטה של אות ושידור של האות המוקלט

תרשים המערכת-



מכשירי קשר
אתגרים
שלבי ביצוע
כלים לביצוע
מבנה המערכת
הישגים ותוצאות
הצעות להמשך

					
Constant noise	00:00	04:40	09:20	11:00	12:40
Noise in pulse time	00:00	04:35	09:00	10:40	12:20
Noise diff F(Hz) same CH	00:00	04:35	09:00	10:40	12:20
Voice pulse time (W-T coded)	00:00	07:40	---	---	---
Voice in pulse time	00:00	03:20	07:10	08:45	10:20

Send Voice in Parallel = Listen both together /
The stronger voice

Walkie talkie played the recorded voice with
CTCSS DCS codes

תוצאות ומסקנות-

- ❖ שילוב בין Adalm-Pluton לבין ה-MATLAB מאפשר עבודה נוחה ואפקטיבית
- ❖ קצב פריקה מואץ של הסוללה משמעותית מהצפוי
- ❖ השמעת רעשים וטקטוקים למרות העוצמה החלשה של ה-SDR
- ❖ הניסוי מדגים יכולת ממשית להשפיע על מכשירי קשר באמצעות כלים חיצוניים

מכשירי קשר

אתגרים

שלבי ביצוע

כלים לביצוע

מבנה המערכת

הישגים ותוצאות

הצעות להמשך

הצעות להמשך-

1. שיפור תזרים המידע עם ה-SDR-

❖ פורטי Tx/Rx מרובים

❖ קצב העברת נתונים

❖ שדרוג שעון הסנכרון

❖ מגבלת הספק שידור

❖ טווח תדרים מוגבל

2. שיפור תוכנתי-

❖ אפשרות לזיהוי והתאמת אפנון

3. מחקר נוסף על מכשירי הקשר-

❖ בדיקות בתנאי שטח משתנים

❖ בדיקת "עייפות חומרה"

4. פיתוח מחקרים חדשים-

❖ ביצוע מחקר עם מכשירי קצה

אחרים