

מעבדה מתקדמת במיקרוגלים רכיבי מיקרוגל פסיביים בגלבו

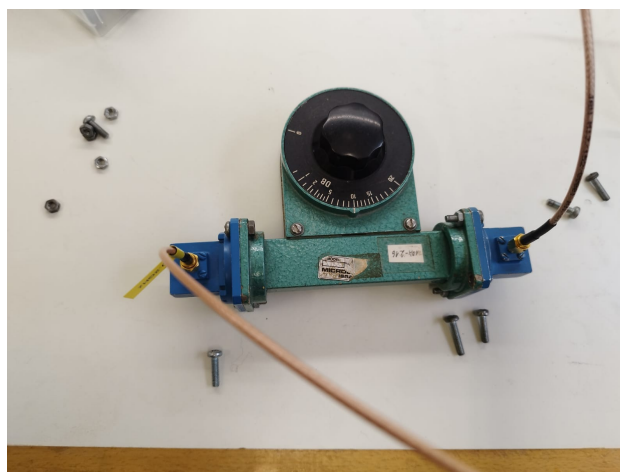
מאת: אוהד פורמן, 301658852

1 מבוא

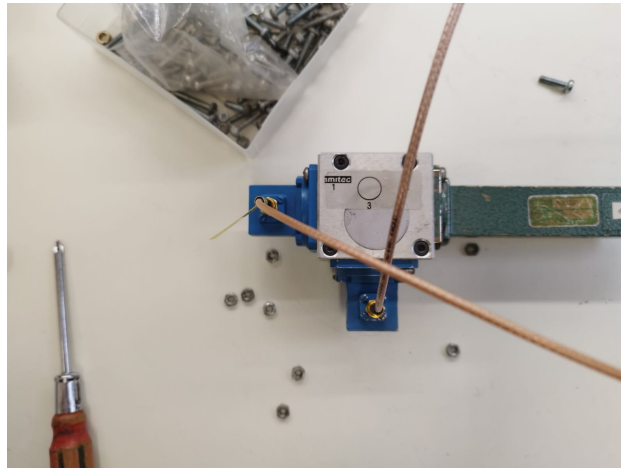
בניסוי התבצעה מדידה של התקני מיקרוגל פאסיביים T קסם, מנחת, מחוגג ומצמד כיווני לקבלת פרמטרי פיזור והחזרה של ההתקנים.

2 מערך הניסוי

בניסוי כויל וחובר VNA להדקים תחת בדיקה כאשר שאר הדקי ההתקן אם מספרם גדול מ2 חובר בעומס מתואם.



איור 1: הדגמת חיבור מנחת



איור 2: הדגמת חיבור מחוגג

3 עיבוד וניתוח תוצאות

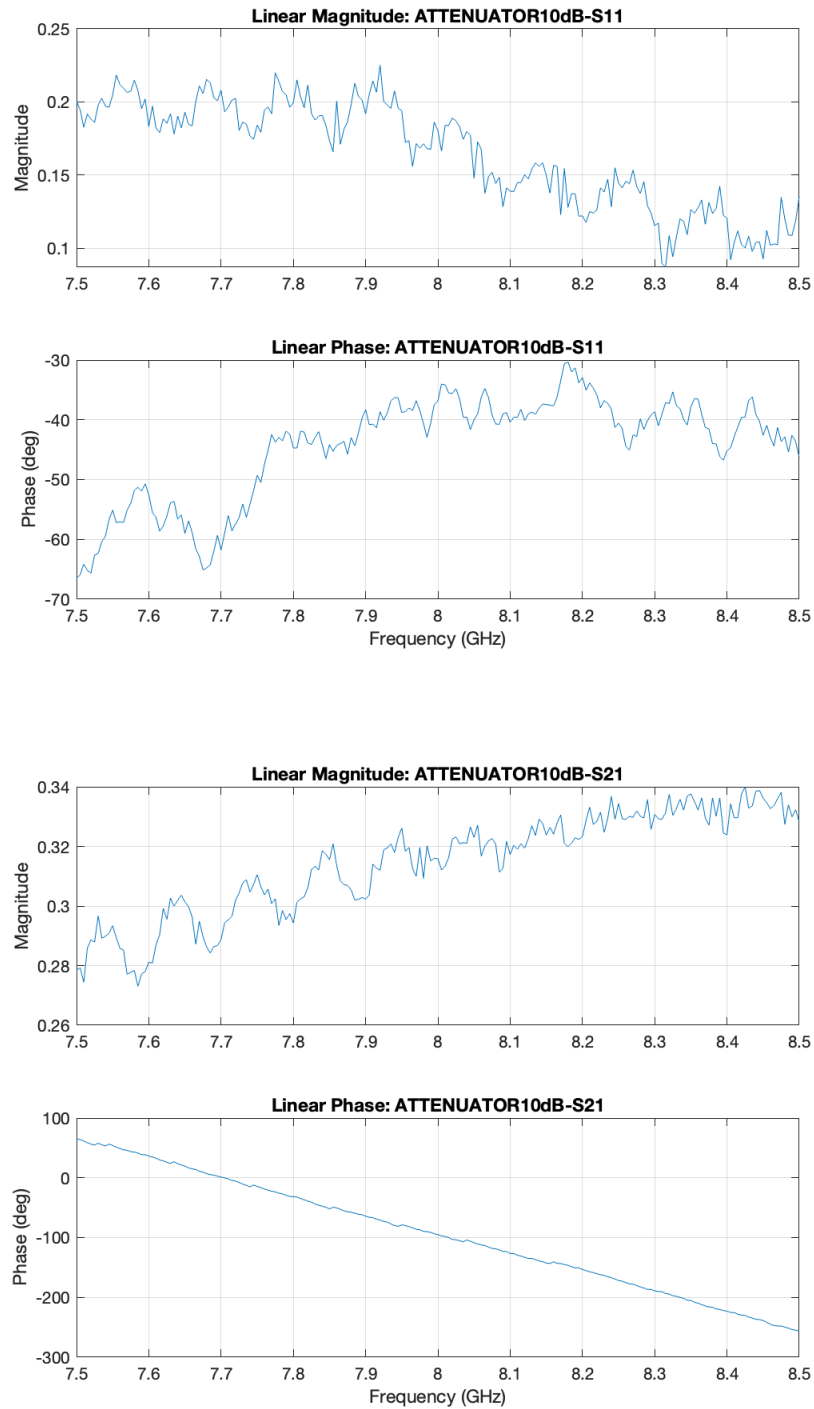
3.1 ציין את תחום התדרים בהם פועל כל אחד מההתקנים והסבר מנין נובעת מגבלה התדר, אם קיימת.

כל ההתקנים מבוססי מוליך גלים WR90 לכן מיועדים לעבוד בתחום תדרי X-BAND ובפרט לא פחות מתדר הקטעון ולא בתדר גבוה מהקטעון של האופן המשני. לכן העבודה בפס $8 - 12 [Ghz]$

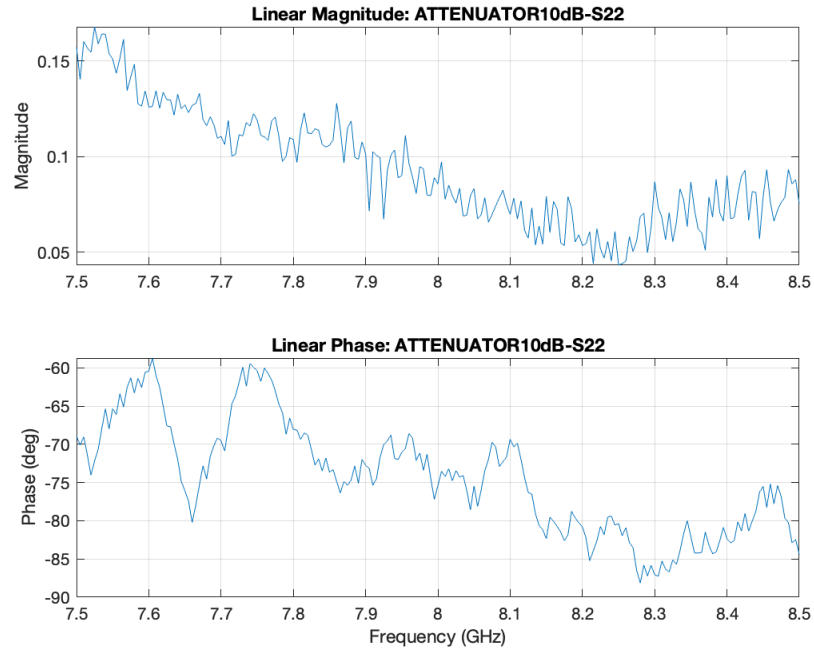
3.2 הצג את מטריצת הפיזור בתדר מרכזי עבור כל אחד מההתקנים השונים, תוך התייחסות למספרים הסידוריים של ההדקים. הצג איור של ההתקן המראה את הדקיו בהתאמה למטריצת הפיזור.

כל הפרמטרים נלקחו על מוסכמה של הדקים כאשר אלמנטים סימטריים כמו המנחת ללא הגדרת מספר, נמדדו ערכים בהתאם לתכונות הסימטריות וההדדיות של ההתקנים. הדקי T קסם על פי מוסכמה של סוכס הפרש, מצמד גם כן על פי מוסכמה להדקי צימוד ובידוד. שאר האלמנטים במערך הניסוי. מנחת:

מעבדה מתקדמת במיקרוגלים

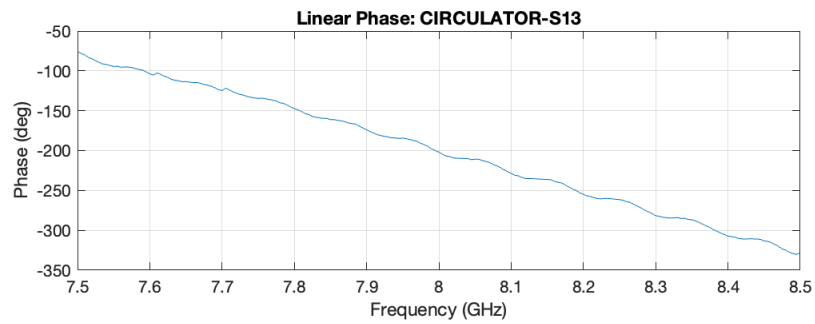
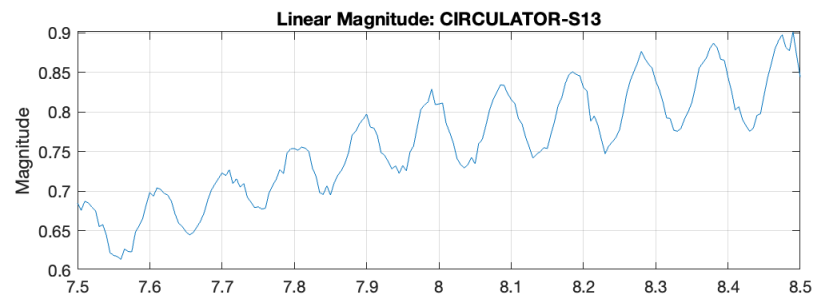
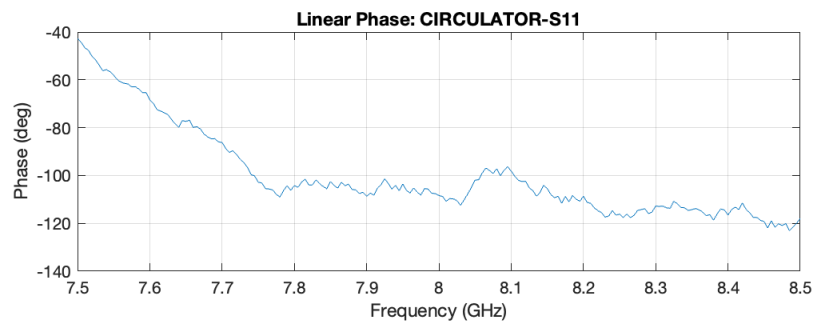
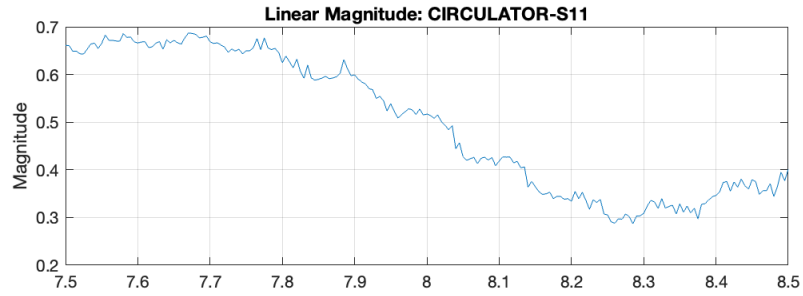


מעבדה מתקדמת במיקרוגלים

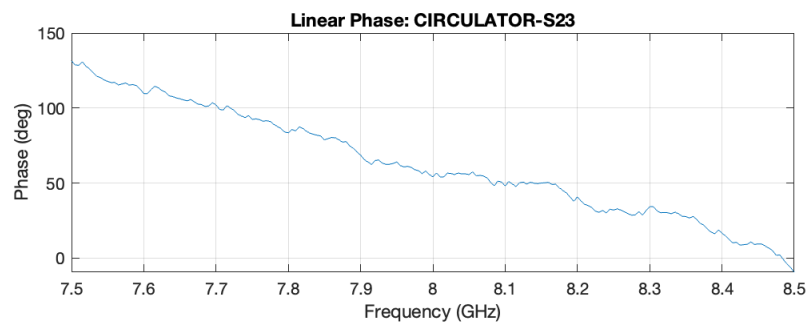
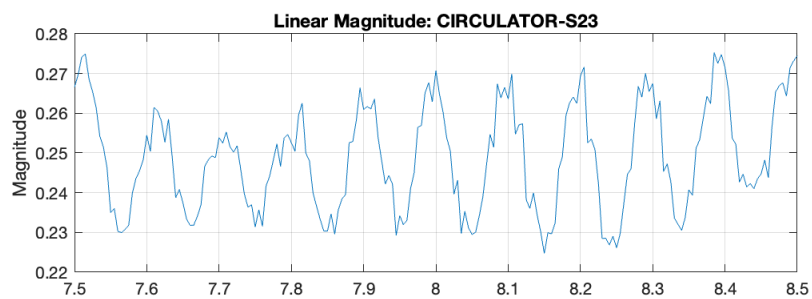
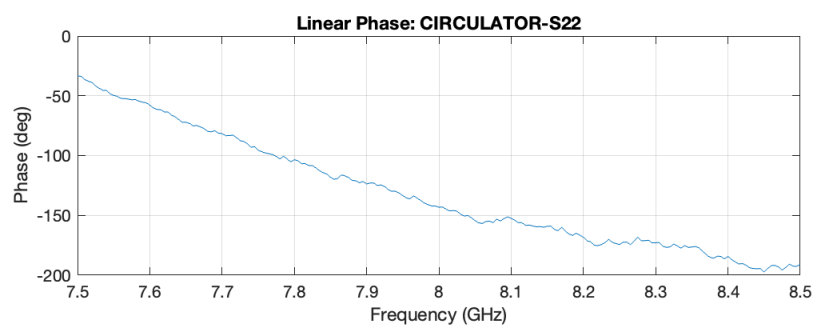
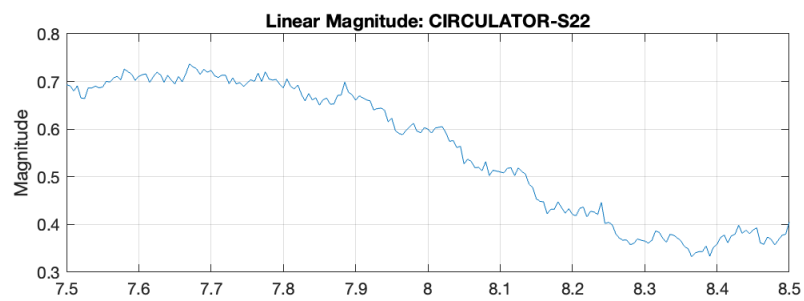


מחוגג:

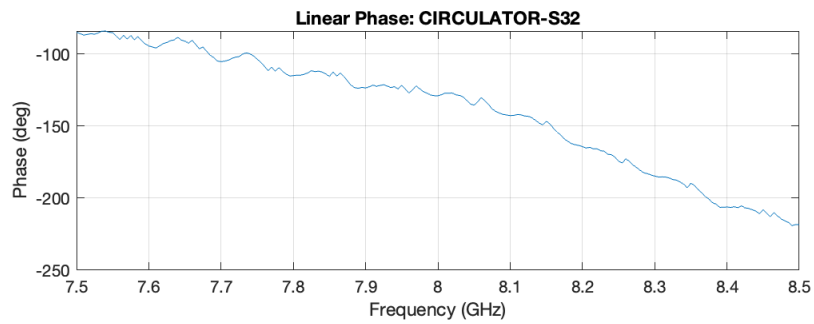
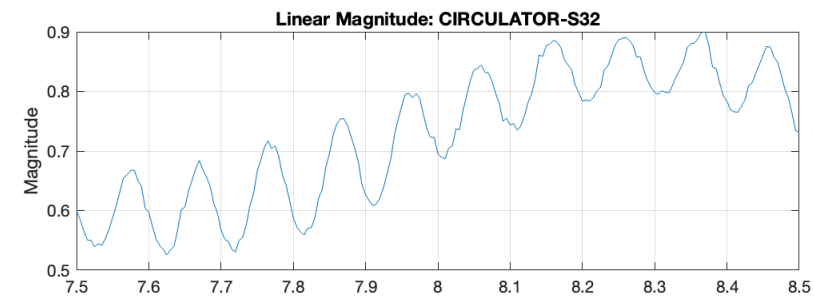
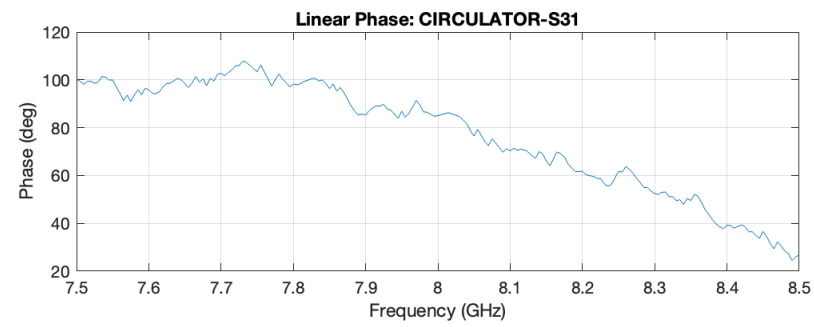
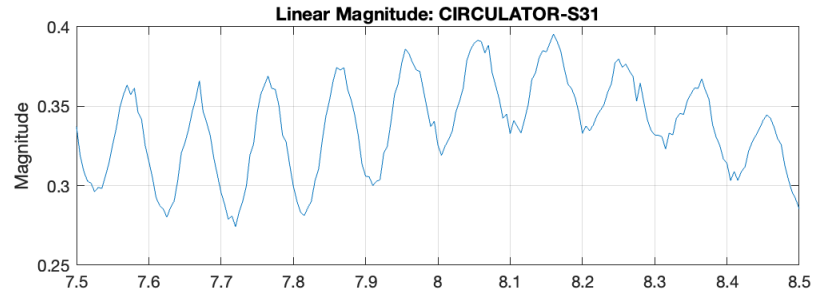
מעבדה מתקדמת במיקרוגלים



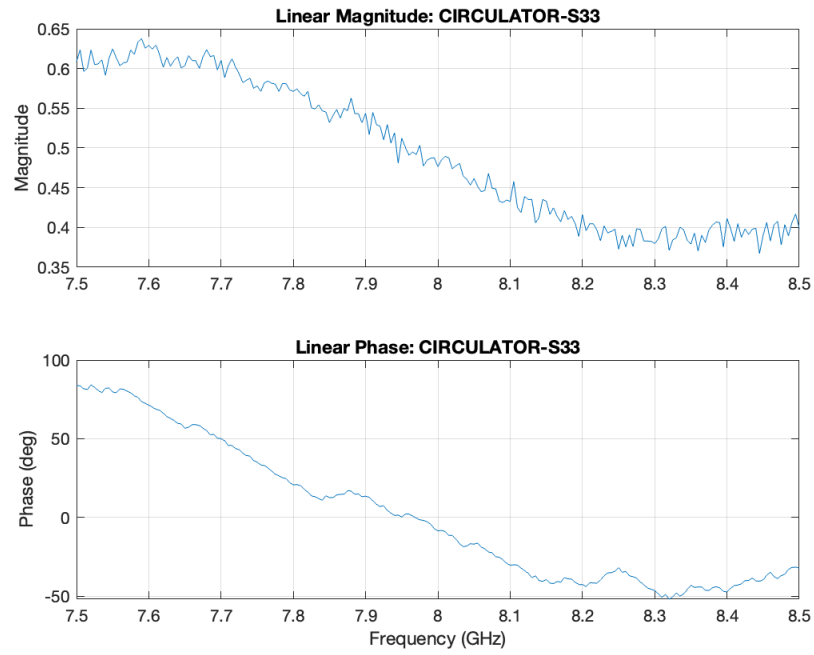
מעבדה מתקדמת במיקרוגלים



מעבדה מתקדמת במיקרוגלים

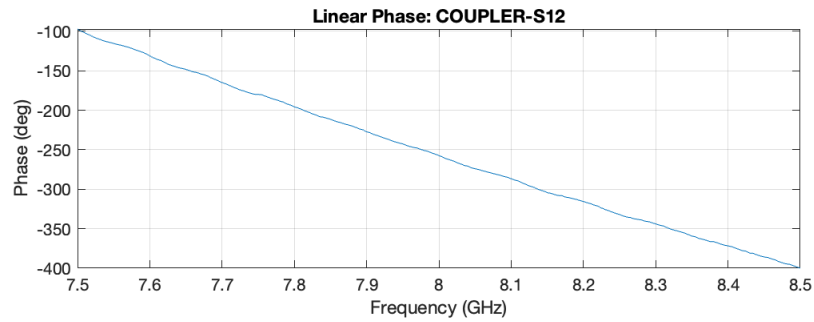
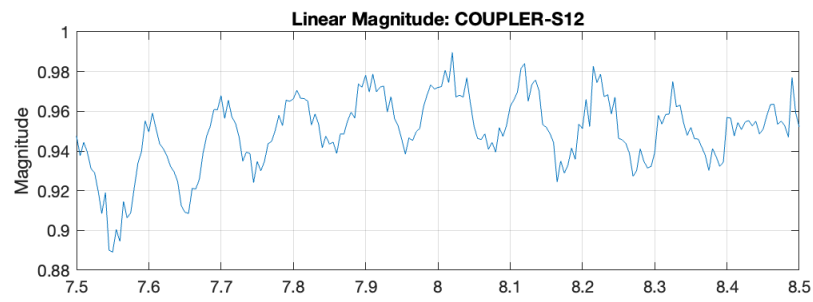
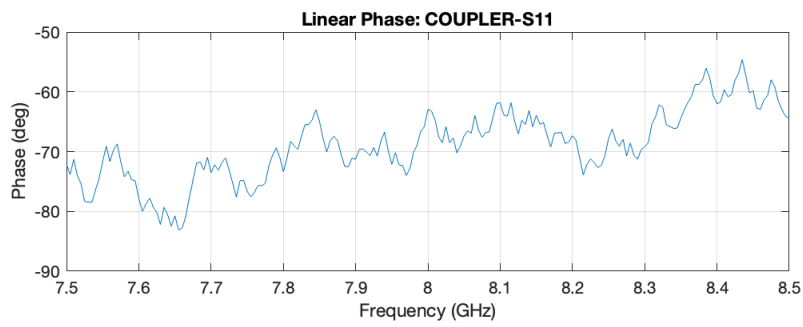
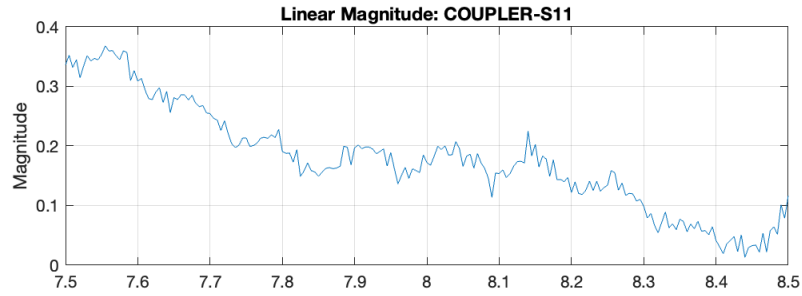


מעבדה מתקדמת במיקרוגלים

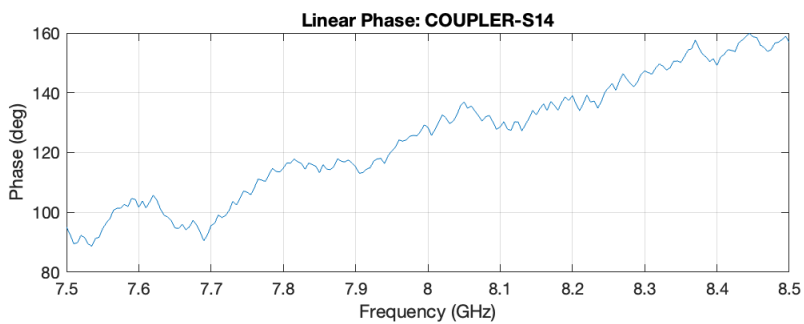
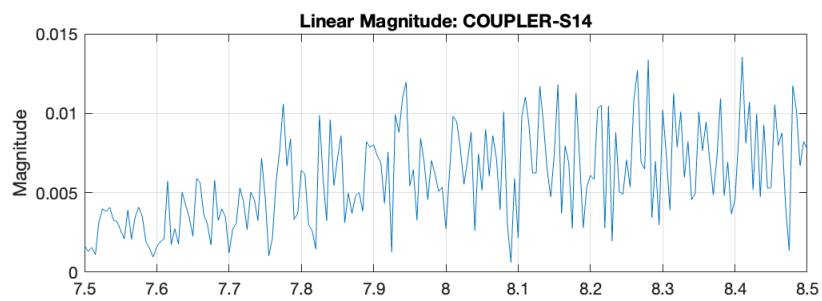
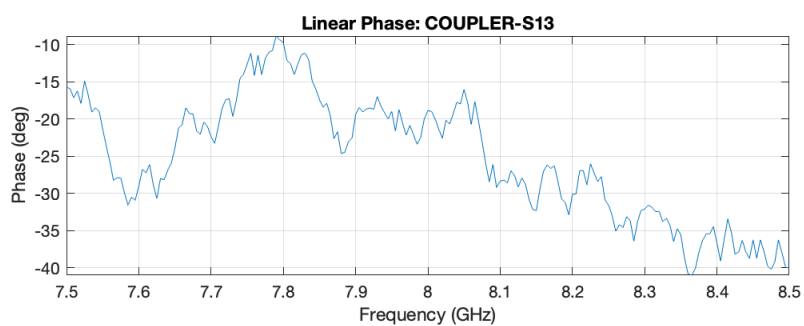
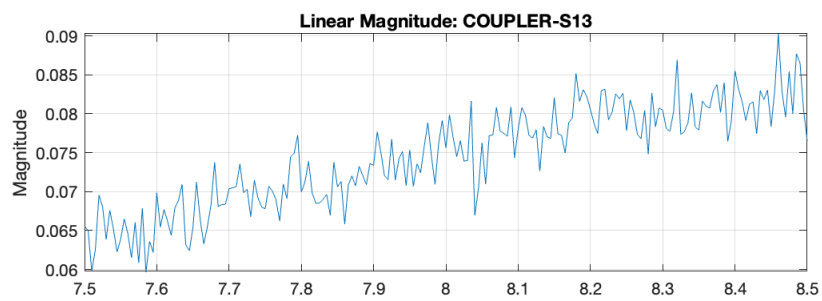


מצמד:

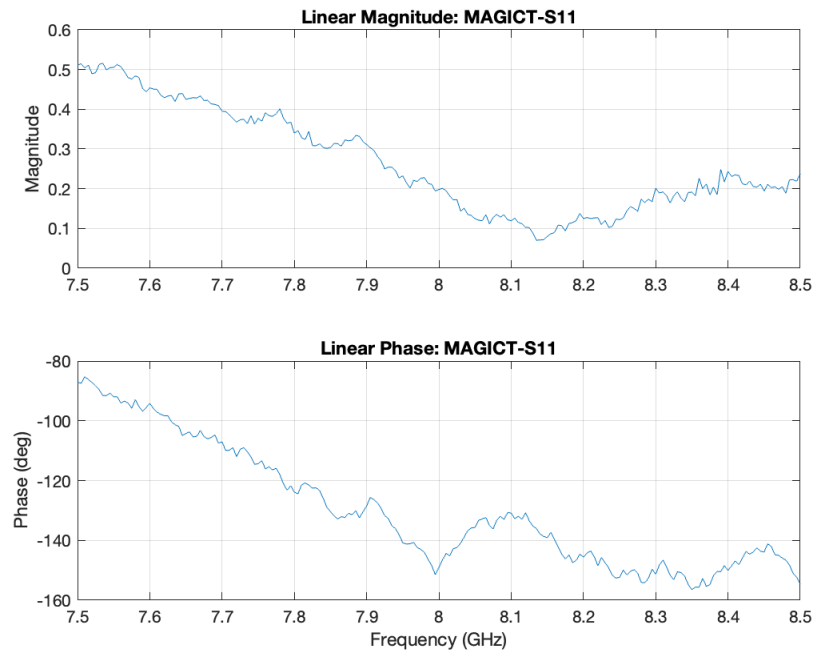
מעבדה מתקדמת במיקרוגלים



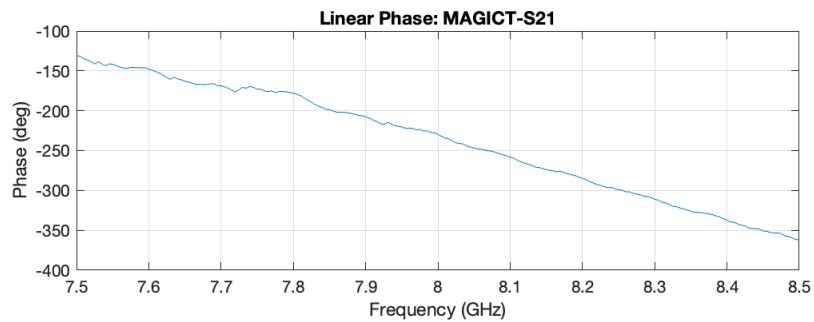
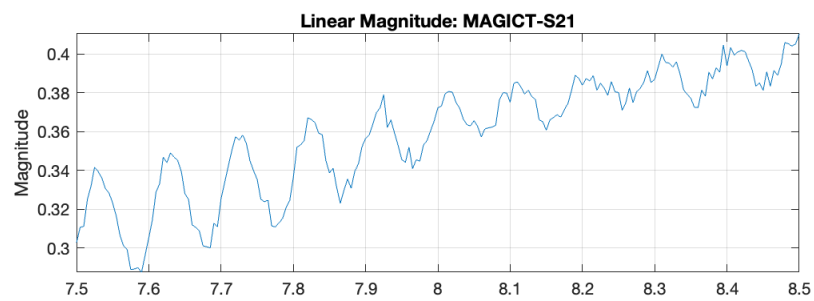
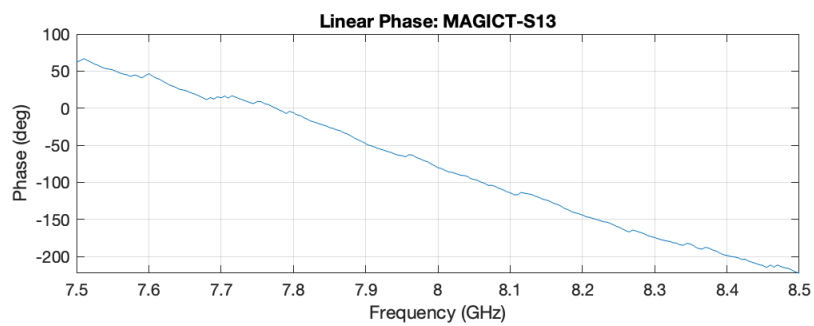
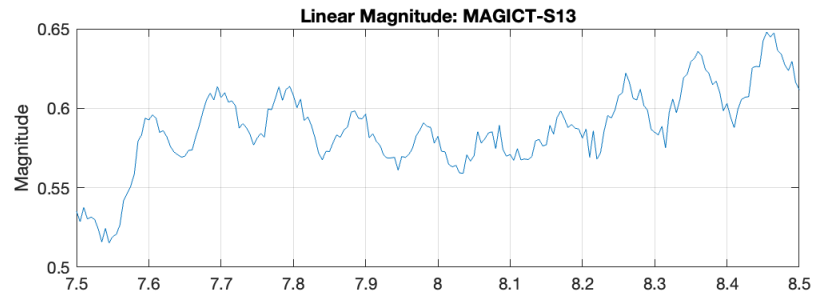
מעבדה מתקדמת במיקרוגלים



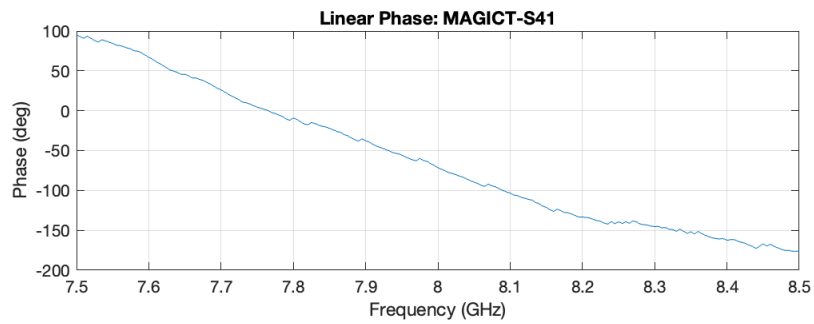
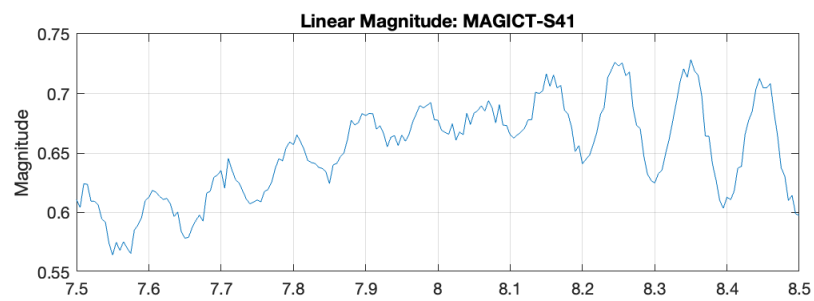
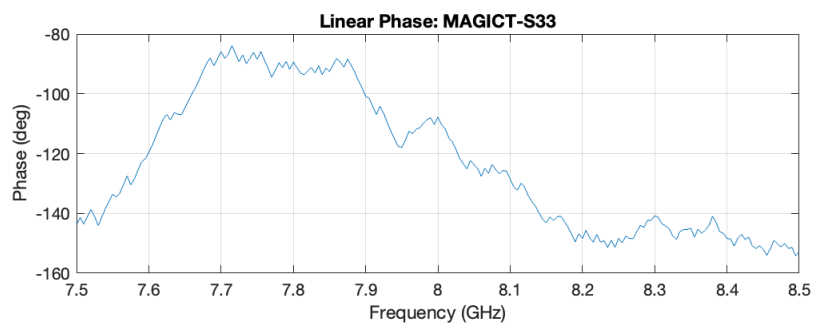
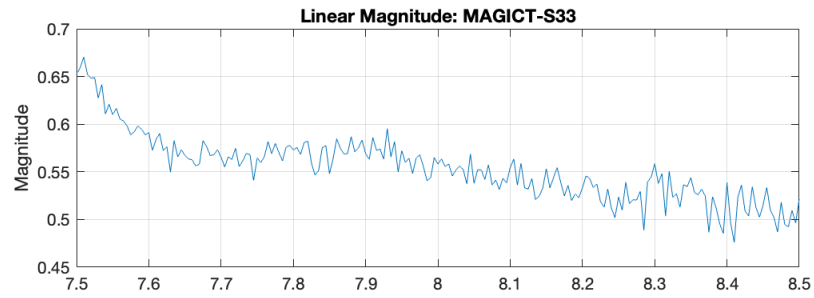
T קסם:



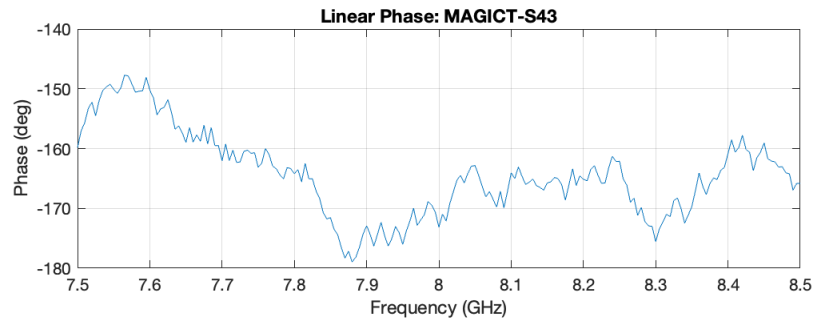
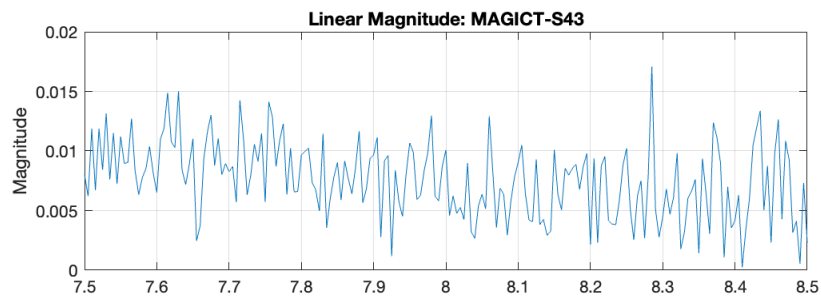
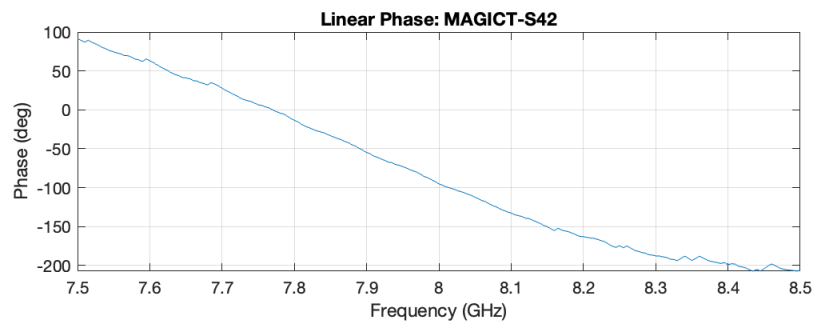
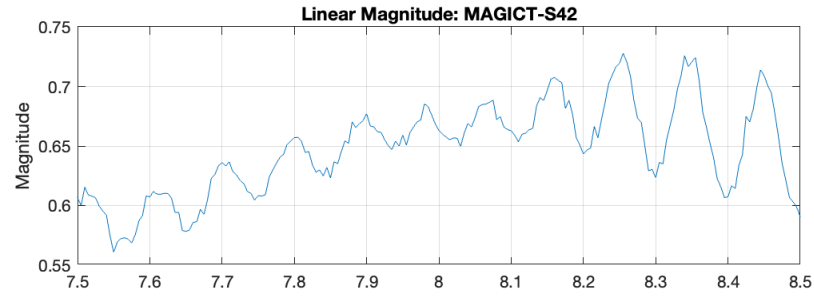
מעבדה מתקדמת במיקרוגלים

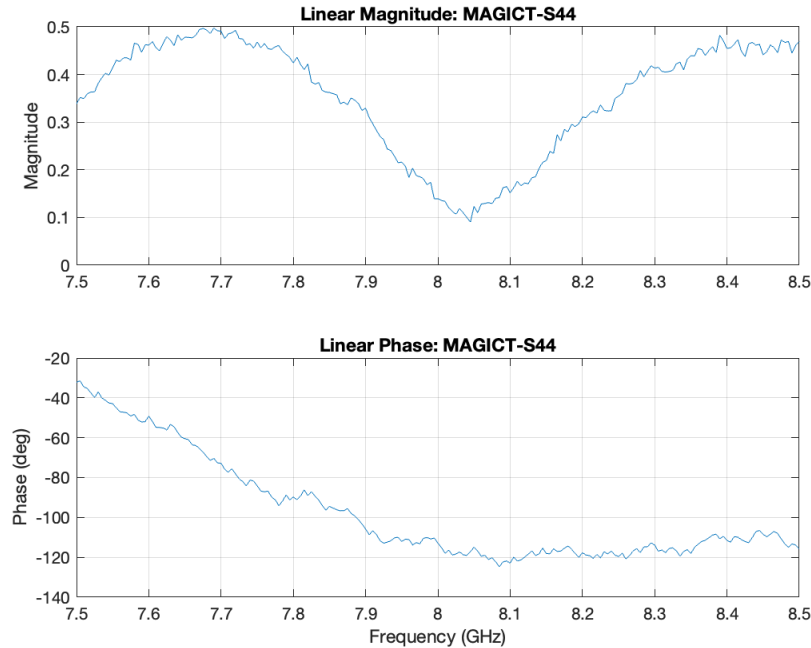


מעבדה מתקדמת במיקרוגלים



מעבדה מתקדמת במיקרוגלים





3.3 השווה תוצאות הניסויים לערכים הצפויים, תוך התייחסות לתכונות ההתקן. אם נמצאו הבדלים משמעותיים, נסה להסביר את מקורם.

חריגות משמעותיות התגלו בעיקר בפרמטרי החזרה מהדקים למשל S_{11} וכו', מדידות פאזה התגלו עם תלות חזקה בתדר עבור האלמנטים. החזרות התקבלו בערכים גבוהים מאוד לאלמנטים שאמורים לשאוף לאפס, והגיעו עד כדי יחס של חצי לינארי משום שהערכים כל כך גבוהים ניתן להניח שמדובר בטעות בכיול, או בבעיה בחיבורי העומסים המתואמים, מכיוון שהיחס גבוה מדי בשביל רעשים. לעומת המדידות השגויות התקבלו ערכים טובים ומתאימים לתיאוריה עבור מדידות העברה מהדק להדק. מה שמחזק הערכה של טעות בכיול. ניתן היה לראות החזרות גבוהות מההדק עצמו, למשל עבור המנחת בסקלאת dB התקבלה הנחה של הערך הנבחר ל10 עבור מעבר וכ15 עבור החזרה להדק עצמו, מכך ניתן לראות שההדק עצמו מחזיר, הכיול נעשה ללא המתאם לגלבו, לכן סביר שבעיות אלו נובעות מכיול ללא המחבר לגלבו וזה התגבלה כמשמעותי מאוד במדידות של החזרה.

3.4 עבור התקן, קסם-T השווה את הפרש הפאזה הנמדד בין ההדקים לזה הצפוי מהתיאוריה.

הפאזה המתקבלת מתאימה בקצה תחום המדידה עבור ההיפוך, וגם עבור מדידות שלא אמורות לספק תוצאות פאזה התקבל, ניתן לראות במדידות ההחזרה להדק שיש פאזה במדידה, ממנה ניתן להסיק את תוספות הפאזה ואת התלות בתדר המשפיעה על מדידות המעברים גם כן. המדידות מספקות תלות גדולה מאוד בתדר במיוחד בתחום הפאזה, מכך ניתן להניח שבמקרה הפאזה אכן מדובר ברעשי פאזה התלויים בתדר.

3.5 עבור המצמד הכיווני הצג את פרמטרי העברה, ההחזרה והבידוד בתלות בתדר. ממה נובעת התלות בתדר של התקן זה (לעומת שאר ההתקנים שנבדקו).

התוצאות מוצגות בתצורתם הלינארית ב2.2, המדידות האחרות הראו תלות בתדר הנובעת מאי אידאליות ושגיאות מדידה, התלות בתדר של המצמד בכיווני נובעת מתכונת הצימוד גלבואים דרך חורים, במקרה הזה דרך חריצים בצורת איקסים עבור האלמנט בניסוי. התלות של חריצים בגלים א"מ תלויה בתדר, בפרט הקירוב האופטי וטיב הקירוב למימדי אורך הגל לעומת החריץ המעורר.

3.6 נתונים מחוגג כפי שמדדת בניסוי ועומס מתואם, כיצד תוכל לממש באמצעותם מבודד (Isolator) ?

מבודד מעביר אות מהדק לאחר ומונע חזרה למקור למניעת נזקים, ניתן לחבר עומס מתואם להדק המקבל בחיגוג מהדק היציאה ולא יוחזר אל הדק הכניסה במחוגג אידיאלי.

3.7 עבור המחוגג, מהו היחס הג'ירו-מגנטי ? כיצד התדר הג'ירו-מגנטי בא לידי ביטוי במדידות שערכתם ומהו ערכו בקירוב ?

המחוגג פועל עם פריט שהוא התקן לא איזוטרופי לגבי גלים א"מ המקדם הג'ירו מגנטי הוא מקדם התלוי בחומר והתדירות רזוננס של החומר וקובע בין היתר את הזחת הפאזה שתתרחש במעבר בחומר. במדידות המתאפשרות מעבר גל התדר משפיע על הזחת הפאזה הנמדדת. מכיוון שמדידות הפאזה התגלו כלא מדויקות לא ניתן לחלץ ערך (יוצא לא הגיוני)

4 מסקנות

נמדדו התקנים מיקרוגליים פאסיביים והתואמו לתיאוריה, ניתן לראות שהאידיאליות הנלמדת של אלמנטים אלה היא רחוקה מערכי התצפית בניסוי. כניסוי המערב הרבה תהליכי הרכבה ופירוק ניתן להניח שבעיות הניסוי נבעו בעיקר מתפעול לא נכון

מעבדה מתקדמת במיקרוגלים

והרכבה שגויה של קונפיגורצית הניסוי. בנוסף התגלה רעש סטטי של פאזה התלוי מאוד בתדר. הכיול שהתבצע לא היה מספק כי לא כלל את מחברי הגלבו, שהיה ניתן לראות שהמדידות לוקחות בחשבון את ההחזרים מהם. פרמטרים של העברה התגלו כמדידים בצורה טובה יותר וסיפקו תוצאות המתאימות לתאוריה.

5 נספחים

מצורף עיבוד נתונים מלא

CSV to png and workspace

Csv name format - <name1>_<name2>_<name3>.csv no - '{/...'

CSV to workspace: will add to workspace vectors <type>_<element>_<mesurmant parameter> :type = dB_mag or lin_mag, element = <name1>, mesurmant = <name2>

```
% Set the directory containing the CSV files
```

```
csv_directory = '/Users/ohadformanair/Documents/Git/AML/LAB_3p4/AML_3&4_mesurmants/CS
```

```
% Set the directory for saving the plots
```

```
save_directory = '/Users/ohadformanair/Documents/Git/AML/LAB_3p4/AML_3&4_mesurmants/c
```

```
%Set stat result directory
```

```
stat_directory = '/Users/ohadformanair/Documents/Git/AML/LAB_3p4/Stat_results';
```

```
% Initialize the output variables
```

```
linear_magnitude_data = [];
```

```
dB_magnitude_data = [];
```

```
phase_data = [];
```

```
% Initialize table for magnitude and phase statistics
```

```
mag_stats = table();
```

```
phase_stats = table();
```

```
% Loop over each file in the directory
```

```
filelist = dir(fullfile(csv_directory, '*.csv'));
```

```
for i = 1:length(filelist)
```

```
    % Extract the filename components
```

```
    [~, filename, ~] = fileparts(filelist(i).name);
```

```
    name_parts = split(filename, '_');
```

```
    name1 = name_parts{1};
```

```
    name2 = name_parts{2};
```

```
% Load the data from the current file
```

```
data = readmatrix(fullfile(csv_directory, filelist(i).name), 'HeaderLines', 3);
```

```
% Extract the frequency and formatted data columns
```

```
frequency = data(:, 1); % Don't normalize frequency
```

```
formatted_data = data(:, 2);
```

```
% Calculate the magnitude and phase data
```

```
if strcmp(name_parts(end), 'MAG')
```

```
    linear_magnitude = formatted_data;
```

```
    dB_magnitude = 20*log10(formatted_data);
```

```
    linear_phase = [];
```

```
    phase = [];
```

```
% Calculate magnitude statistics and add to table
```

```
mag_mean = mean(linear_magnitude);
```

```

        mag_median = median(linear_magnitude);
        mag_std = std(linear_magnitude);
        mag_min = min(linear_magnitude);
        mag_max = max(linear_magnitude);
        mag_stats = [mag_stats; table({name1}, {name2}, mag_mean, mag_median, mag_std,

elseif strcmp(name_parts(end), 'PHASE')
    linear_phase = formatted_data;
    phase = formatted_data;
    linear_magnitude = [];
    dB_magnitude = [];

    % Calculate phase statistics and add to table
    phase_mean = mean(linear_phase);
    phase_median = median(linear_phase);
    phase_std = std(linear_phase);
    phase_min = min(linear_phase);
    phase_max = max(linear_phase);
    phase_stats = [phase_stats; table({name1}, {name2}, phase_mean, phase_median,

else
    % Invalid name3 value, skip this file
    continue;
end

% Append the data for this file to the output variables
linear_magnitude_data = [linear_magnitude_data; linear_magnitude];
dB_magnitude_data = [dB_magnitude_data; dB_magnitude];
phase_data = [phase_data; phase];

% Create variables in the workspace for the frequency and magnitude data
freq_varname = ['freq_' name1 '_' name2];
assignin('base', freq_varname, frequency);
if ~isempty(linear_magnitude)
    lin_mag_varname = ['lin_mag_' name1 '_' name2];
    assignin('base', lin_mag_varname, linear_magnitude);
end
if ~isempty(dB_magnitude)
    dB_mag_varname = ['dB_mag_' name1 '_' name2];
    assignin('base', dB_mag_varname, dB_magnitude);
end
if ~isempty(phase)
    phase_varname = ['phase_' name1 '_' name2];
    assignin('base', phase_varname, phase);
end

% Display the progress
fprintf('Processed file %d of %d: %s\n', i, length(filelist), filelist(i).name);
end

```

```

Processed file 1 of 44: ATTENUATOR10dB_S11_MAG.CSV
Processed file 2 of 44: ATTENUATOR10dB_S11_PHASE.CSV
Processed file 3 of 44: ATTENUATOR10dB_S21_MAG.CSV
Processed file 4 of 44: ATTENUATOR10dB_S21_PHASE.CSV
Processed file 5 of 44: ATTENUATOR10dB_S22_MAG.CSV
Processed file 6 of 44: ATTENUATOR10dB_S22_PHASE.CSV
Processed file 7 of 44: CIRCULATOR_S11_MAG.CSV
Processed file 8 of 44: CIRCULATOR_S11_PHASE.CSV
Processed file 9 of 44: CIRCULATOR_S13_MAG.CSV
Processed file 10 of 44: CIRCULATOR_S13_PHASE.CSV
Processed file 11 of 44: CIRCULATOR_S22_MAG.CSV
Processed file 12 of 44: CIRCULATOR_S22_PHASE.CSV
Processed file 13 of 44: CIRCULATOR_S23_MAG.CSV
Processed file 14 of 44: CIRCULATOR_S23_PHASE.CSV
Processed file 15 of 44: CIRCULATOR_S31_MAG.CSV
Processed file 16 of 44: CIRCULATOR_S31_PHASE.CSV
Processed file 17 of 44: CIRCULATOR_S32_MAG.CSV
Processed file 18 of 44: CIRCULATOR_S32_PHASE.CSV
Processed file 19 of 44: CIRCULATOR_S33_MAG.CSV
Processed file 20 of 44: CIRCULATOR_S33_PHASE.CSV
Processed file 21 of 44: COUPLER_S11_MAG.CSV
Processed file 22 of 44: COUPLER_S11_PHASE.CSV
Processed file 23 of 44: COUPLER_S12_MAG.CSV
Processed file 24 of 44: COUPLER_S12_PHASE.CSV
Processed file 25 of 44: COUPLER_S13_MAG.CSV
Processed file 26 of 44: COUPLER_S13_PHASE.CSV
Processed file 27 of 44: COUPLER_S14_MAG.CSV
Processed file 28 of 44: COUPLER_S14_PHASE.CSV
Processed file 29 of 44: MAGICT_S11_MAG.CSV
Processed file 30 of 44: MAGICT_S11_PHASE.CSV
Processed file 31 of 44: MAGICT_S13_MAG.CSV
Processed file 32 of 44: MAGICT_S13_PHASE.CSV
Processed file 33 of 44: MAGICT_S21_MAG.CSV
Processed file 34 of 44: MAGICT_S21_PHASE.CSV
Processed file 35 of 44: MAGICT_S33_MAG.CSV
Processed file 36 of 44: MAGICT_S33_PHASE.CSV
Processed file 37 of 44: MAGICT_S41_MAG.CSV
Processed file 38 of 44: MAGICT_S41_PHASE.CSV
Processed file 39 of 44: MAGICT_S42_MAG.CSV
Processed file 40 of 44: MAGICT_S42_PHASE.CSV
Processed file 41 of 44: MAGICT_S43_MAG.CSV
Processed file 42 of 44: MAGICT_S43_PHASE.CSV
Processed file 43 of 44: MAGICT_S44_MAG.CSV
Processed file 44 of 44: MAGICT_S44_PHASE.CSV

```

```

% Assign the output variables to the workspace
assignin('base', 'linear_magnitude_data', linear_magnitude_data);
assignin('base', 'dB_magnitude_data', dB_magnitude_data);
assignin('base', 'phase_data', phase_data);

% Display the magnitude statistics table
disp(mag_stats);

```

Var1	Var2	mag_mean	mag_median	mag_std	mag_min	mag_max
{'ATTENUATOR10dB'}	{'S11'}	0.16397	0.17282	0.035995	0.087018	0.22521
{'ATTENUATOR10dB'}	{'S21'}	0.31421	0.31912	0.017231	0.27307	0.34011
{'ATTENUATOR10dB'}	{'S22'}	0.093437	0.088995	0.029913	0.043255	0.16793
{'CIRCULATOR' }	{'S11'}	0.49783	0.51505	0.14108	0.28723	0.68689

{'CIRCULATOR' }	{'S13'}	0.76035	0.75967	0.069075	0.61367	0.90136
{'CIRCULATOR' }	{'S22'}	0.55653	0.59575	0.13933	0.33223	0.73661
{'CIRCULATOR' }	{'S23'}	0.24892	0.24827	0.013325	0.22471	0.27525
{'CIRCULATOR' }	{'S31'}	0.33749	0.33856	0.029507	0.27417	0.39551
{'CIRCULATOR' }	{'S32'}	0.72664	0.74376	0.10954	0.52562	0.89943
{'CIRCULATOR' }	{'S33'}	0.49268	0.48455	0.089414	0.36707	0.63779
{'COUPLER' }	{'S11'}	0.17728	0.17136	0.08728	0.012918	0.36812
{'COUPLER' }	{'S12'}	0.94952	0.95142	0.018375	0.88912	0.9896
{'COUPLER' }	{'S13'}	0.074495	0.075058	0.0064454	0.059652	0.090273
{'COUPLER' }	{'S14'}	0.0058987	0.005521	0.002993	0.00061361	0.013538
{'MAGICT' }	{'S11'}	0.26583	0.22323	0.12873	0.070193	0.51578
{'MAGICT' }	{'S13'}	0.58715	0.58667	0.025565	0.51528	0.64796
{'MAGICT' }	{'S21'}	0.3587	0.36393	0.029809	0.2876	0.41046
{'MAGICT' }	{'S33'}	0.55396	0.55514	0.034313	0.47595	0.67052
{'MAGICT' }	{'S41'}	0.65161	0.65684	0.039543	0.56437	0.72828
{'MAGICT' }	{'S42'}	0.64722	0.65225	0.038255	0.56088	0.72784
{'MAGICT' }	{'S43'}	0.0075694	0.0078122	0.0032121	0.00024736	0.017084
{'MAGICT' }	{'S44'}	0.35495	0.39884	0.11997	0.090516	0.49761

```
% Display the phase statistics table
disp(phase_stats);
```

Var1	Var2	phase_mean	phase_median	phase_std	phase_min	phase_max
{'ATTENUATOR10dB'}	{'S11'}	-106.63	-112.83	21.144	-147.07	-65.95
{'ATTENUATOR10dB'}	{'S21'}	4.5724	13.198	104.3	-178.73	179.34
{'ATTENUATOR10dB'}	{'S22'}	-43.578	-93.802	125.89	-179.48	178.21
{'CIRCULATOR' }	{'S11'}	-17.616	-47.636	108.08	-179.88	179.29
{'CIRCULATOR' }	{'S13'}	9.3243	44.271	117.41	-178.7	178.78
{'CIRCULATOR' }	{'S22'}	-17.353	-53.338	111.48	-178.28	178.29
{'CIRCULATOR' }	{'S23'}	-0.27321	-2.5134	73.447	-128.83	131.45
{'CIRCULATOR' }	{'S31'}	-27.124	-27.364	78.233	-164.09	101.42
{'CIRCULATOR' }	{'S32'}	4.8117	44.873	120.88	-179.92	179.99
{'CIRCULATOR' }	{'S33'}	-39.843	-43.619	88.738	-178.68	178.86
{'COUPLER' }	{'S11'}	-103.65	-108.24	24.778	-160.38	-15.819
{'COUPLER' }	{'S12'}	14.222	26.107	105.11	-179.84	178.21
{'COUPLER' }	{'S13'}	2.7499	-17.162	113.27	-179.69	179.68
{'COUPLER' }	{'S14'}	17.013	27.333	94.461	-178.69	177.4
{'MAGICT' }	{'S11'}	-40.4	-56.221	101.67	-175.88	179.62
{'MAGICT' }	{'S13'}	6.3671	26.09	102.6	-179.6	178.91
{'MAGICT' }	{'S21'}	32.364	41.459	99.256	-178.87	177.98
{'MAGICT' }	{'S33'}	13.712	33.198	109.57	-178.85	179.68
{'MAGICT' }	{'S41'}	11.355	25.422	103.16	-177.9	179.89
{'MAGICT' }	{'S42'}	8.712	22.353	102.86	-179.75	177.4
{'MAGICT' }	{'S43'}	-1.9307	0.43641	105.34	-179.7	178.99
{'MAGICT' }	{'S44'}	-52.3	-67.433	81.351	-179.07	176.99

```
% Get unique values of Var1
Var1_vals = unique(mag_stats.Var1);

% Define figure width and height
fig_width = 800;
fig_height = 600;

% Loop over each unique value of Var1
for i = 1:length(Var1_vals)
```

```

% Subset the table to only include rows with the current Var1 value
subset = mag_stats(strcmp(mag_stats.Var1, Var1_vals{i}),:);

% Get unique values of Var2 for this subset
Var2_vals = unique(subset.Var2);

% Initialize empty arrays for the statistics
mag_mean = [];
mag_median = [];
mag_std = [];
mag_min = [];
mag_max = [];

% Loop over each unique value of Var2 for this subset
for j = 1:length(Var2_vals)

    % Subset the table to only include rows with the current Var1 and Var2 values
    subsubset = subset(strcmp(subset.Var2, Var2_vals{j}),:);

    % Check if each statistic is available for this subset
    if ~any(ismissing(subsubset.mag_mean))
        mag_mean(j) = subsubset.mag_mean;
    end
    if ~any(ismissing(subsubset.mag_median))
        mag_median(j) = subsubset.mag_median;
    end
    if ~any(ismissing(subsubset.mag_std))
        mag_std(j) = subsubset.mag_std;
    end
    if ~any(ismissing(subsubset.mag_min))
        mag_min(j) = subsubset.mag_min;
    end
    if ~any(ismissing(subsubset.mag_max))
        mag_max(j) = subsubset.mag_max;
    end
end

% Create new figure with specified size
fig = figure('Position', [0, 0, fig_width, fig_height]);

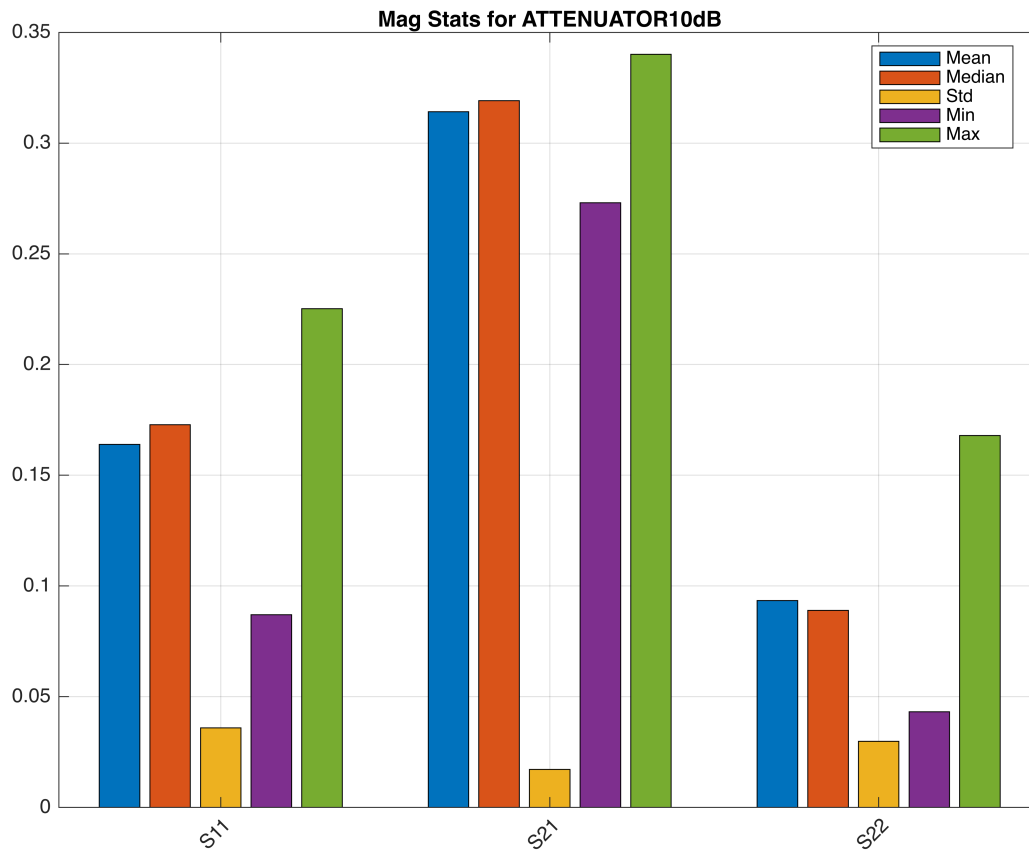
% Plot the statistics for this Var1 value
bar([mag_mean' mag_median' mag_std' mag_min' mag_max'])
xticklabels(Var2_vals)
xtickangle(45)
legend({'Mean', 'Median', 'Std', 'Min', 'Max'}, 'Location', 'Best')
title(sprintf('Mag Stats for %s', Var1_vals{i}))
grid on

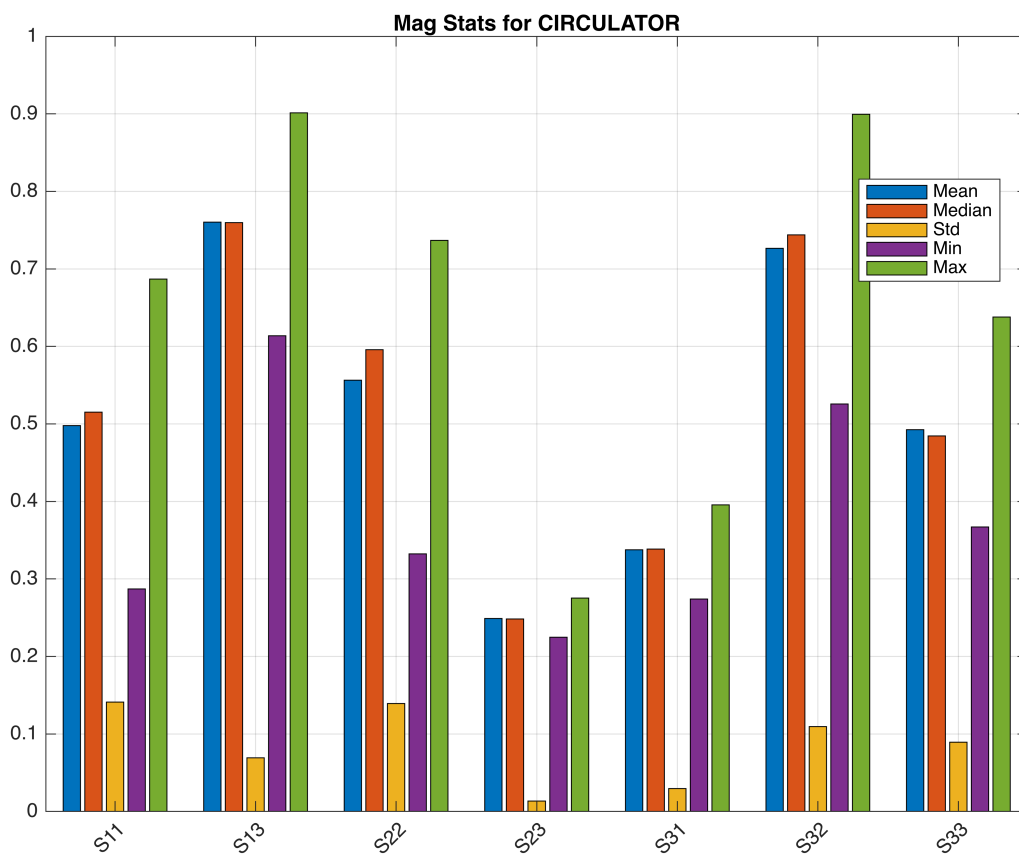
% Save the figure as a PNG file

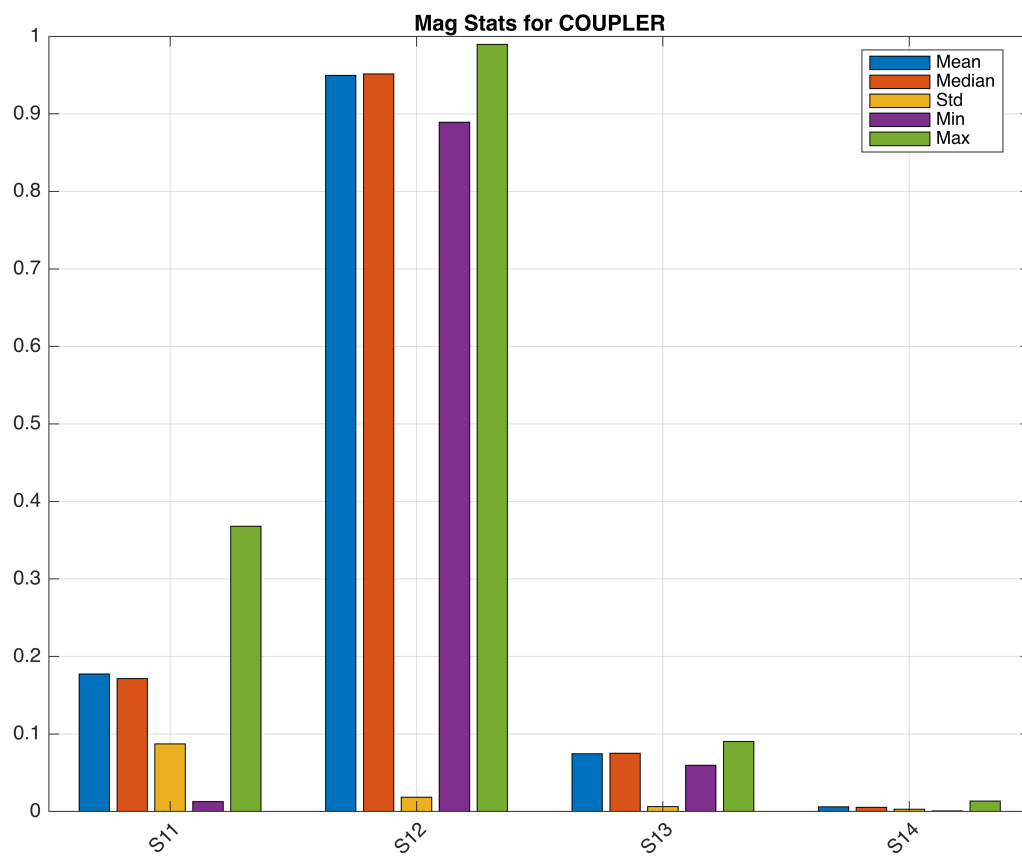
```

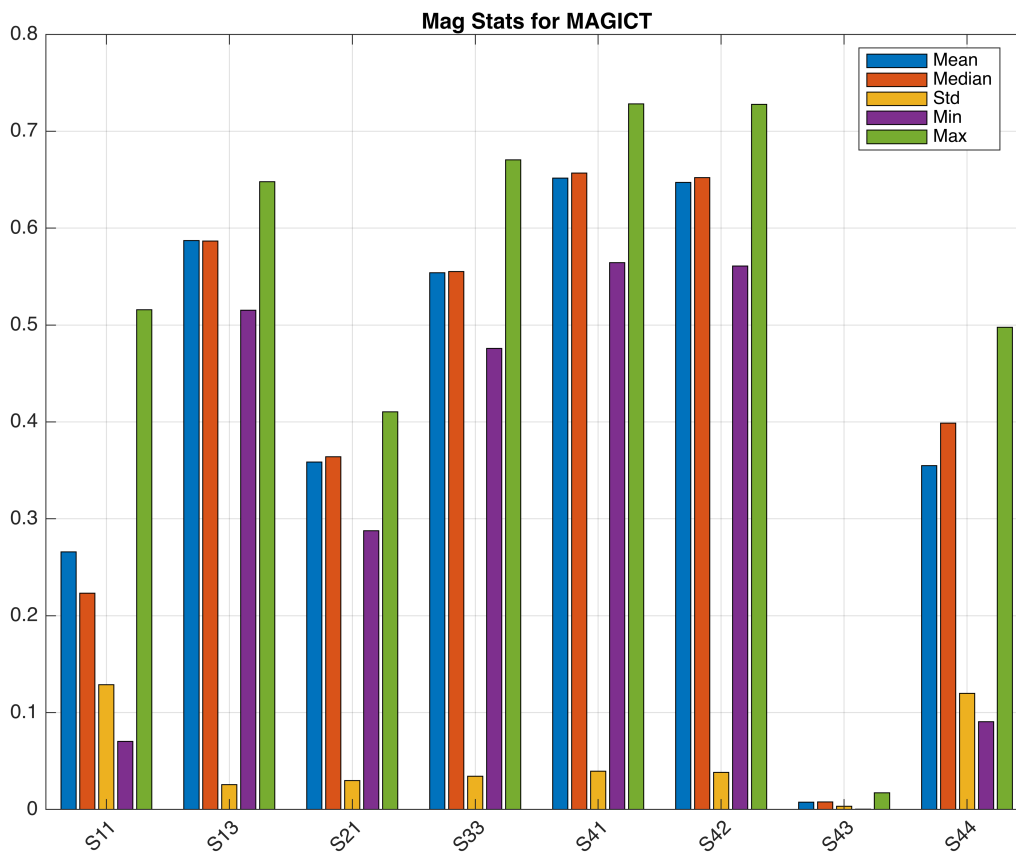
```
filename = fullfile(stat_directory, sprintf('mag_stats_%.png', Var1_vals{i}));
saveas(fig, filename);
```

```
end
```









```
% Save the table as a CSV file
filename = fullfile(stat_directory, 'mag_stats.csv');
writetable(mag_stats, filename);
```

the plot title will be: <name1>: <name2> <name3>

the y axis will be: Phase(deg) if <name3> is PHASE, if MAG it will be : Magnitude (unit less)

the x axis is frequency.

set in script:

csv_directory = 'path/to/csv/files'

plot_directory = 'path/to/save/plots'

plot_mag_dB = (true for dB, false for linear)

```
% Set smoothing options
```

```

smoothing_enabled = false; % Set to true to enable smoothing
smoothing_window_size = 1; % Size of the smoothing window (odd number)
% Set plot type options
is_bode_plot = false; % Set to true for Bode plot, false for linear magnitude plot

```

```

% Get a list of all CSV files in the directory
filelist = dir(fullfile(csv_directory, '*.csv'));

% Loop over each file in the directory
for i = 1:length(filelist)
    % Extract the filename components
    [~, filename, ~] = fileparts(filelist(i).name);
    name_parts = strsplit(filename, '_');
    name1 = name_parts{1};
    name2 = name_parts{2};
    name3 = name_parts{3};

    % Load the data from the current file
    data = readmatrix(fullfile(csv_directory, filelist(i).name), 'HeaderLines', 3);

    % Extract the frequency and formatted data columns
    frequency_data = data(:, 1);
    formatted_data = data(:, 2);

    % Smooth the data if enabled
    if smoothing_enabled
        smoothed_data = smooth(formatted_data, smoothing_window_size);
    else
        smoothed_data = formatted_data;
    end

    % Plot the magnitude and phase data in a Bode or linear plot
    if strcmp(name3, 'MAG')
        mag_data = smoothed_data;
        % Find the corresponding phase file
        phase_filename = fullfile(csv_directory, [name1 '_' name2 '_PHASE.csv']);
        phase_data = readmatrix(phase_filename, 'HeaderLines', 3);
        phase_data = phase_data(:, 2);

        % Create the plot
        if is_bode_plot
            % Bode plot
            figure;
            subplot(2,1,1);
            semilogx(frequency_data/1e9, 20*log10(abs(mag_data)));
            ylabel('Magnitude (dB)');
            grid on;
            hold on;
            subplot(2,1,2);

```

```

        semilogx(frequency_data/1e9, unwrap(phase_data));
        ylabel('Phase (deg)');
        xlabel('Frequency (GHz)');
        grid on;
        title(sprintf('Bode: %s-%s', name1, name2));
        filename = fullfile(save_directory, ['Bode-' name1 '_' name2 '.png']);
    else
        % Linear plot with subplots
        figure;
        subplot(2,1,1);
        plot(frequency_data/1e9, mag_data);
        ylabel('Magnitude');
        grid on;
        title(sprintf('Linear Magnitude: %s-%s', name1, name2));

        % Add subplot for phase data
        subplot(2,1,2);
        plot(frequency_data/1e9, unwrap(phase_data));
        ylabel('Phase (deg)');
        xlabel('Frequency (GHz)');
        grid on;
        title(sprintf('Linear Phase: %s-%s', name1, name2));

        % Save the figure with the name1_name2_LINMAG.png
        filename = fullfile(save_directory, ['LinMag-' name1 '_' name2 '.png']);
        saveas(gcf, filename);
    end
    % Save the figure
    saveas(gcf, filename);

    % Close the figure
    close(gcf);
end
end
end

```

