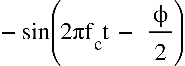
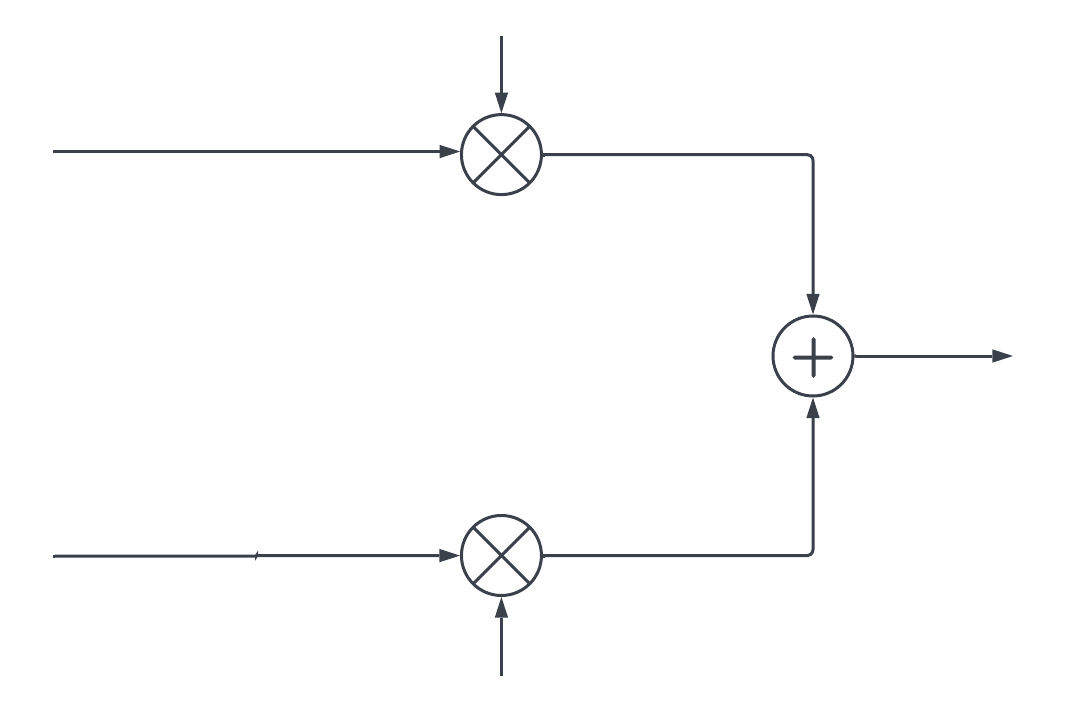
# Proof and Formulate Equation

พิจารณา IQ modulator วงจรหนึ่ง มี gain คือ {"mathml":"<math style=\"font-family:stix;font-size:16px;\" xmlns=\"http://www.w3.org/1998/Math/MathML\"><mstyle mathsize=\"16px\"><mi>&#x3B1;</mi></mstyle></math>","origin":"MathType for Microsoft Add-in"} และ {"mathml":"<math xmlns=\"http://www.w3.org/1998/Math/MathML\" style=\"font-family:stix;font-size:16px;\"><mi>&#x3B2;</mi></math>","origin":"MathType for Microsoft Add-in"} ที่ขาเข้า และมี phase imbalance คือ {"mathml":"<math xmlns=\"http://www.w3.org/1998/Math/MathML\" style=\"font-family:stix;font-size:16px;\"><mi>&#x3D5;</mi></math>","origin":"MathType for Microsoft Add-in"} ดังแสดงในรูปที่ 1



{"mathml":"<math style=\"font-family:stix;font-size:16px;\" xmlns=\"http://www.w3.org/1998/Math/MathML\"><mstyle mathsize=\"16px\"><mi>y</mi><mfenced><mi>t</mi></mfenced></mstyle></math>","origin":"MathType for Microsoft Add-in"}

รูปที่ 1 IQ modulator ด้วย gain และ phase imbalance

Output Signal คือ

สามารถจัดรูปแบบสมการใหม่ได้ ดังนี้

จากการลดรูปก่อนหน้า สามารถเขียนเอนเวลโลปในรูปของเมตริกซ์ได้ ดังนี้

กำหนดให้ , และ ดังนั้นจะได้ว่า

จากนั้น ทำการหาองค์ประกอบของสัญญาณที่ความถี่ +

เมื่อสัญญาณเดินทางมาถึงเครื่องรับ ทำการคูณสัญญาณ กับ

สามารถหากำลังของสัญญาณ ได้ ดังนี้

จากนั้น ทำการหาองค์ประกอบของสัญญาณที่ความถี่ -

เมื่อสัญญาณเดินทางมาถึงเครื่องรับ ทำการคูณสัญญาณ กับ

สามารถหากำลังของสัญญาณ ได้ ดังนี้

สุดท้ายสามารถหา Imaga-Rejection Ratio (IMRR) ได้จาก

กำหนดให้ ดังนั้น จะได้ว่า

เมื่อ คือ Gain imbalance และ คือ Phase imbalance

# Flow Chart of IMRR Calculation and Plotting Program

A diagram of a flowchart

Description automatically generated

รูปที่ 2 Flow Chart of IMRR Calculation and Plotting Program

# MATLAB implementation for IMRR Calculation and Plotting

% ======================================================================= %

% This program was built by Sirapop Saengthongkam to calculate and plot

% the Image Rejection Ratio (IMRR) which is the ratio of the

% intermediate-frequency (IF) signal level produced by the desired input

% frequency to that produced by the image frequency.

%

% Image rejection formulas:

% Image Frequency Rejection Ratio: IRR expressed in dB

% IRR = sqrt(1 + (p^2)(Q^2)), where

% p = (f\_Image / f\_RF) - (f\_RF / f\_Image);

% Q is the quility facter, in this situation, give Q = 1;

% The Image Rejection Ratio for a given value of gain imbalance 'G',

% and phase imbalance 'theta' is determined by,

% IMRR = 10log((1+2\*G\*cos(theta)+G^2) / (1-2\*G\*cos(theta)+G^2));

% ======================================================================= %

clear; clc; close all;

% Parameters

index = 1; % An iteration index

index\_irr = 1; % An iteration index

err = 0.001; % An error margin parameter

% Evaluate Gain and Phase imbalance from iteration algorithm below.

for IMRR = 40:-5:20

for G = 0:0.001:2

for theta = 0:0.001:12

% Image-Rejection Ratio equation:

check = 10\*log10((1+10^(G/20)\*2\*cos(theta\*pi/180)+(10^(G/20))^2) ...

/ (1-(10^(G/20))\*2\*cos(theta\*pi/180)+(10^(G/20))^2));

% If IRR is in the range of error margin then save the Gain and

% Phase imbalance value and increment an iteration index.

if ((check < IMRR+err)&&(check > IMRR-err))

Gain\_imb(index, index\_irr) = G;

Phase\_imb(index, index\_irr) = theta;

index = index + 1;

end

end

end

% Plot every point into the Graph

plot(Gain\_imb(:,index\_irr), Phase\_imb(:,index\_irr))

hold on;

% Update and increment the iteration index

index = 1;

index\_irr = index\_irr + 1;

end

% Adding title, labels, and legends. into the Graph

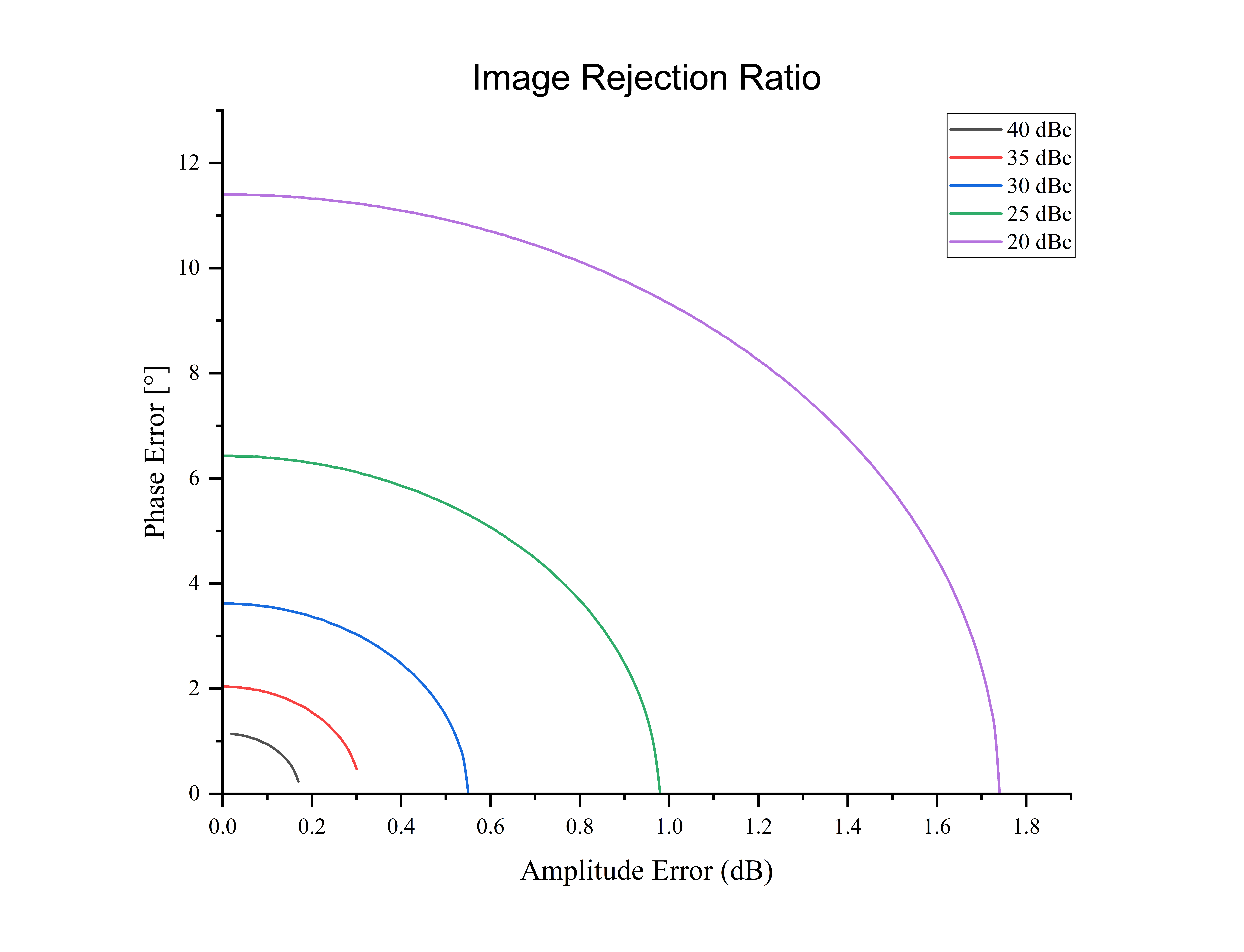
title('Image-Rejection Ratio')

xlabel('Amplitude Error [dB]')

ylabel('Phase Error [degree]')

legend("40 dB", "35 dB", "30 dB", "25 dB", "20 dB")

## MATLAB IMRR Plotting Result



รูปที่ 3 Graph of Image-Rejection Ratio