

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PERFORMANS (F , V_i , G_T) ÜÇLÜLERİ
KULLANILARAK GENİŞ BANDLI MİKRODALGA
KUVVETLENDİRİCİ TASARIMI**

106325

Elektronik ve Haberleşme Müh. İlgar ALIYEV

**FBE Elektronik ve Haberleşme Anabilim Dalı Haberleşme Mühendisliği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Filiz GÜNEŞ

106325
[Signature]

Prof. Dr. Südhik Yaman
Prof. Dr. Osman Palamutcuoğlu

İSTANBUL, 2001

**TC. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMAN YAYIN MERKEZİ**

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	v
KISALTIMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1 GİRİŞ	1
2 PERFORMANS (F , V_i , G_T) ÜÇLÜLERİ VE MİKRODALGA KUVVETLENDİRİCİSİ TASARIM SINIRLAMALARI	4
2.1 Uyumlu Performans (F , V_i , G_T) Üçlüleri ve (Z_S, Z_L) Sonlandırmaları	5
2.1.1 Tranzistörün İki-Kapılı Modeli ve Performans Ölçü Fonksiyonları	5
2.1.2 Performans Karakterizasyonu	7
2.1.3 Z_S - Düzleminde Çözüm Pozisyonları ve Z_L (Z_i) Kontrol Parametreleri	7
2.2 Tasarım Konfigürasyonu	8
2.3 Tranzistörün Potansiyel Performans Karakteristikleri	10
3 MİKRODALGA DEVRELERİNDE KULLANILAN TEMEL PARAMETRELER VE ARALARINDAKİ BAĞLANTILAR	14
3.1 [S] Parametreleri	14
3.2 [ABCD] Parametreleri	15
3.3 [A] Parametreleri	16
3.3.1 [A] Parametreleri ve Tanımlanması	16
3.3.2 [A] Parametrelerinin [S] Parametreleri Cinsinden Karşılıkları	17
3.3.3 [S] Parametrelerinin [A] Parametreleri Cinsinden Karşılıkları	18
4 OPTİMİZASYON PROSEDÜRÜNDE KULLANILACAK PERFORMANS FONKSİYONLARI VE ÇIKARILMASI	20
4.1 Transduser Güç Kazancı	20
4.1.1 Seri Transmisyon Hattı için ABCD Matrisi	20
4.1.2 Kısa Devre Sonlandırmalı Transmisyon Hattı için ABCD Matrisi	20
4.1.3 Tranzistörün [ABCD] Parametrelerinin Hesaplanması	21
4.2 Gürültü Faktörü	22
4.3 Giriş VSWR Fonksiyonu	24
5 TRANSDUSER GÜÇ KAZANCININ [S] PARAMETRELERİ CİNSİNDEN HESAPLANMASI	27
6 SERİ VE ŞÖNT HATTIN [A] PARAMETRELERİNİN HESAPLANMASI	30

7	"T" DEVRESİNİN [A] MATRİSİNİN HESAPLANMASI	31
8	"II" DEVRESİNİN [A] MATRİSİNİN HESAPLANMASI	32
9	OPTİMİZE EDİLECEK [A] MATRİSİNİN HESAPLANMASI	34
10	EMPEDANS UYUMSUZLUK FAKTÖRÜ.....	35
11	PROGRAM SONUÇLARI.....	37
11.1	Bilgisayar Sonuçları ve Araştırmanın Yakın Geleceği.....	37
	KAYNAKLAR.....	40
	EKLER	41
Ek 1	NE02135AT Tranzistörüyle Çalışıldığında Ortaya Çıkan Sonuçlar.....	43
Ek 1.1	NE02135CAT Uydurma Devresi- 6 adet l Değişkenleri ve Ortak Z_0 Karakteristik Empedansı Kullanılan Programın Sonucu	43
Ek 1.2	NE02135CBT Uydurma Devresi- 1 adet l Değişkeni ve 6 adet Z_0 Karakteristik Empedansı Kullanılan Programın Sonucu	44
Ek 1.3	NE02135CCT Uydurma Devresi- 6 adet l Değişkeni ve 6 adet Z_0 Karakteristik Empedansı Kullanılan Programın Sonucu	45
Ek 1.4	NE02135CAII Uydurma Devresi- 6 adet l Değişkenleri ve Ortak Z_0 Karakteristik Empedansı Kullanılan Programın Sonucu	46
Ek 1.5	NE02135CBII Uydurma Devresi- 1 adet l Değişkeni ve 6 adet Z_0 Karakteristik Empedanslı Programın Sonucu	47
Ek 1.6	NE02135CCII Uydurma Devresi- 6 adet l değişkeni ve 6 adet Z_0 Karakteristik Empedanslı Programın Sonucu	48
Ek 2	NE329S01 Tranzistörüyle Çalışıldığında Ortaya Çıkan Sonuçlar.....	49
Ek 2.1	NE329S01AT Uydurma Devresi- 6 adet l Değişkenleri ve Ortak Z_0 Karakteristik Empedanslı Programın Sonucu	49
Ek 2.2.	NE329S01CT Uydurma Devresi- 6 adet l Değişkenleri ve 6 adet Z_0 Karakteristik Empedanslı Programın Sonucu	50
Ek 2.3	NE02135CAT Sonuçlarının Genetik Program Sonucuyla Karşılaştırılması	51
Ek 2.4	NE02135CBT Sonuçlarının Genetik Program Sonuçlarıyla Karşılaştırılması	53
Ek 2.5	NE02135CCT Sonuçlarının Genetik Program Sonucuyla Karşılaştırılması	55
Ek 2.6	NE02135CCII Sonuçlarının Genetik Program Sonucuyla Karşılaştırılması	57
Ek 3	OMC için Real (Z_{Lreq}) ve Imag (Z_{Lreq}) Başlangıç Değerleri ($G_{Tmax}=12$ dB)	59
Ek 4	OMC için Real (Z_{Lreq}) ve Imag (Z_{Lreq}) Başlangıç Değerleri ($G_{Tmax}=8$ dB)	60
Ek 5	IMC için Real (Z_{Sreq}) ve Imag (Z_{Sreq}) Başlangıç Değerleri ($G_{Tmax}=12$ dB)	61
Ek 6	IMC için Real (Z_{Sreq}) ve Imag (Z_{Sreq}) Başlangıç Değerleri ($G_{Tmax}=8$ dB)	62
Ek 7	NE329S01 Tranzistörüyle Çalışıldığı Zaman [F_{req} , V_{req} , G_{Treq}]= [0,46 dB, 1, 8 dB]	

IMC Devresine Karşılık Düşen Sonuçlar	63
Ek 7.1 IMCAT Uydurma Devresi- 3 adet l Değişkenleri ve Ortak Z_0 Karakteristik Empedansı Kullanılan Programın Sonucu	63
Ek 7.2 IMCCT_ Z_s Uydurma Devresi- 3 adet l Değişkenleri ve 3 adet Z_0 Karakteristik Empedansı Kullanılan Programın Sonucu	64
Ek 7.3 IMCCT_ Z_c Uydurma Devresi- 3 adet l Değişkenleri ve 3 adet Z_0 Karakteristik Empedansı Kullanılan Programın Sonucu	64
Ek 7.4 IMCCT_ Z_d Uydurma Devresi- 3 adet l Değişkenleri ve 3 adet Z_0 Karakteristik Empedansı Kullanılan Programın Sonucu	66
Ek 7.5 IMCCT_ W Uydurma Devresi- 3 adet l Değişkenleri, 3 adet Z_0 Karakteristik Empedansı ve 2 adet W Ağırlık Katsayıları Kullanılan Programın Sonucu	67
Ek 8 NE329S01 Tranzistörüyle Çalışıldığı Zaman [F_{req} , V_{req} , G_{Treq}]=[0,46 dB,1, 8 dB] OMC Devresine Karşılık Düşen Sonuçlar	68
Ek 8.1 OMCCT_ Z_l Uydurma Devresi- 3 adet l Değişkenleri ve 3 adet Z_0 Karakteristik Empedansı Kullanılan Programın Sonucu	68
Ek 8.2 OMCCT_ Z_c Uydurma Devresi- 3 adet l Değişkenleri ve 3 adet Z_0 Karakteristik Empedansı Kullanılan Programın Sonucu	69
Ek 8.3 OMCCT_ Z_d Uydurma Devresi- 3 adet l Değişkenleri ve 3 adet Z_0 Karakteristik Empedansı Kullanılan Programın Sonucu	70
Ek 8.4 OMCCT_ W Uydurma Devresi- 3 adet l Değişkenleri, 3 adet Z_0 Karakteristik Empedansı ve 2 adet W Ağırlık Katsayıları Kullanılan Programın Sonucu	71
Ek 8.5 NE329S01 Tranzistörüyle Çalışıldığı Zaman [F_{req} , V_{req} , G_{Treq}]=[0,46 dB, 1, 12 dB] IMC ve OMC Devresine Karşılık Düşen Sonuçlar	72
Ek 8.5.1. IMCCT_ Z_s Uydurma Devresi- 3 adet l Değişkenleri ve 3 adet Z_0 Karakteristik Empedansı Kullanılan Programın Sonucu	72
Ek 8.5.2 OMCCT_ Z_l Uydurma Devresi- 3 adet l Değişkenleri ve 3 adet Z_0 Karakteristik Empedansı Kullanılan Programın Sonucu	73
Ek 9 MATLAB PROGRAMLARI.....	73-156
ÖZGEÇMİŞ.....	157

SİMGE LİSTESİ

n	Frekans Örneklemeye Sayısı
$F(\omega)$	Gürültü Faktörü
$F_{req}(\omega)$	İstenen Gürültü Faktörü
$V_i(\omega)$	VSWR
$V_{i req}(\omega)$	İstenen VSWR
$G_T(\omega)$	Kazanç
$G_{T req}(\omega)$	İstenen Kazanç
$Z_{Sref}(\omega_i)$	Kaynağa Bakıldığında Görülen Empedans Değeri
$Z_{Lref}(\omega_i)$	Yüke Bakıldığında Görülen Empedans Değeri
$G(\omega_i)$	Transduser Güç Kazancı
W	Ağırlık Katsayısı
R_N	Eşdeğer Gürültü Direnci
F_M	Minimum Gürültü Faktörü
Z_{op}	Optimum Kaynak Empedansı
E_N	Gürültü Hata Fonksiyonu
ρ_i	Giriş Yansımaya Katsayısı
E_{Vi}	VSWR Hata Fonksiyonu
F	Hata İfadesi
A, B, C, D	ABCD Parametrelerinin Gösterimi
S	Saçılma Parametresi
N	Gürültü Parametresi
NF	Kuvvetlendirici Gürültü Faktörü
V_{DS}, I_D, V_{CE}, I_C	Tranzistör Kutuplama Koşulları
Z_S^c	IMC Devresi için Hesaplanan Empedans
Z_S^d	IMC Devresi için Referans Empedans
Z_L^c	OMC Devresi için Hesaplanan Empedans
Z_L^d	OMC Devresi için Referans Empedans
P_L ve P_{avs}	Yüke Aktarılan ve Kaynaktan Çekilen Güç

KISALTIMA LİSTESİ

VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
USWA	Koşullu Kararlı Çalışma Bölgesi (Unconditionally Stable Working Area)
NF	Noise Figure
CT	Configuration Type
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ICSIS	International Symposium on Computer and Information Sciences
YTU	Yildiz Technical University
İTÜ	İstanbul teknik Üniversitesi
EMC	European Microwave Conference
MIT	Microwave Institute of Technology
IMC	Input Matching Circuit
OMC	Output Matching Circuit
NE02135C	Katalogdan Seçilmiş bir Tranzistör Türü
NE329S01	Katalogdan Seçilmiş bir Tranzistör Türü
NE38018	Katalogdan Seçilmiş bir Tranzistör Türü
FMINS	MATLAB 5.2 Programındaki Bir Toolbox

K $\left| \frac{A_1 + C_1 Z_{M1}}{A_1 + C_1 Z_{S1}} \right| \left| \frac{A_2 + C_2 Z_{M2}}{A_2 + C_2 Z_{S2}} \right| \dots \left| \frac{A_{n-1} - C_{n-1} Z_{Mn-1}}{A_{n-1} + C_{n-1} Z_{Sn-1}} \right|^2$ İfadesinin Kısaltılmış Hali

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Mikrodalga Tranzistörün İki-Kapılı Modeli	5
Şekil 2.2	Koşulsuz Kararlı Halde bir (F_{req} , V_{ireq}) ile Sınırlandırılmış Maksimum Kazanç Çözüm Geometrisi	6
Şekil 2.3	Koşullu Kararlı Halde bir V_{ireq} ile Sınırlandırılmış Kazanç Daireleri.....	10
Şekil 2.4	G_{Tmax} (dB)- I_D (mA) Değişimler	11
Şekil 2.5	G_{Tmax} (dB)-frekans değişimi.....	11
Şekil 2.6	Farklı F_{req} Değerlerine gre G_{Tmax} değişimi.....	12
Şekil 2.7	Minimum Gürültü Fonksiyonu.....	13
Şekil 2.8	$G_{Tmax}(f)$ Transducer Güç Kazanç Fonksiyonunun göstermiş olduğu değişim	13
Şekil 3.1	N-Kapılı Bir Transmisyon Hattı.....	14
Şekil 3.2	Bir İki-Kapılıda Gelen ve Yansıyan Dalgalar	16
Şekil 3.3	Kaskad Bağlı İki İki-Kapılıda Gelen ve Yansıyan Dalgalar	17
Şekil 4.1	Optimize Edilecek Devrenin İki-Kapılılar Cinsinden Gösterimi	20
Şekil 4.2 a)	T Uydurma Devresi	21
Şekil 4.2 b)	II Uydurma Devresi	21
Şekil 4.3	Optimize Edilecek Devrenin Blok Diyagramı	22
Şekil 4.4	Gürültü Faktörü Hesabına İlişkin İki-Kapılı Devre Empedansları	23
Şekil 5.1	Devrenin İşaret Akış Diyagramı.....	27

ÖNSÖZ

Bu çalışmada yayınlanan en son bilimsel veriler ve kaynaklar incelenerek Performans Üçlüleri olarak bilinen $F_{ref}(\omega)$ Gürültü Faktörü, $V_{iref}(\omega)$ Giriş VSWR ve $G_{Tref}(\omega)$ Kazanç referans değerleri kullanılarak Geniş Bandlı Mikrodalga Kuvvetlendirici tasarımı yapılmıştır. Bu tezin hazırlanmasında ve çalışmalarım sırasında değerli yardımlarını esirgemeyen ve gerek moral, gerekse bilgi açısından bana destek olan sayın Hocam Prof. Dr. Filiz GÜNEŞ'e, beni bu günlere getiren ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili annem Gelemzer ALİYEVA, kısa bir süre önce kaybettiğim sevgili babam Tofik ALİYEV, ağabeyim Vügar ALİYEV ve eşi Saadet ALİYEVA, kardeşim Agil ALİYEV, sevgili nişanlım Nuride ŞİRİNOVA'ya ve saygıdeğer arkadaşlarımdan Umut HINÇAL, Yavuz CENGİZ ve Bilgehan BEKAROĞLU'na teşekkürlerimi sunmayı kendime borç bilirim.



ÖZET

Bu çalışmada, mikrodalga kuvvetlendiricisi ‘Sistem Teorisi’ yaklaşımı ile ele alınmıştır. Bu bağlamda, bir mikrodalga kuvvetlendiricisi performans üçlüsü fonksiyonları $F(\omega), V_i(\omega), G_T(\omega)$ ile belirlenen bir iki-kapılı olarak modellenmiştir. Burada $F(\omega), V_i(\omega), G_T(\omega)$ sırası ile Gürültü Faktörü, Giriş VSWR ve Transduser Güç Kazanç fonksiyonlarıdır. Bir mikrodalga kuvvetlendiricisi sisteminde performans $F(\omega), V_i(\omega), G_T(\omega)$ üçlüsü, temel olarak aktif elemanlar tarafından tayin edilir; bu nedenle bu çalışmada tranzistör için performans karakterizasyonu kullanılmıştır.

Optimizasyon değişkeni, vektör elemanları uydurma devrelerindeki transmisyon hat parçalarının fiziksel uzunlukları l_i ve karakteristik empedansları Z_{oi} ’dir ($i=1\dots, N$). Optimizasyon değişken vektörü tayin işlemi iki yaklaşım ile yapılmıştır:

- i) İlk yaklaşımda, optimizasyon vektörü, performans $F(\omega_i), V_i(\omega_i), G_T(\omega_i)$ fonksiyonları verilen bir $i=1\dots, N$ ’ye kadar frekans bandı boyunca, referans $F_{ref}(\omega_i), V_{iref}(\omega_i), G_{Tref}(\omega_i)$ değerlerine yaklaştıran bir proses sonucu tayin edilmektedir;
- ii) İkinci yaklaşımda, performans $F_{ref}(\omega_i), V_{iref}(\omega_i), G_{Tref}(\omega_i)$ üçlüsünü gerçekleyen $Z_{Sref}(\omega_i); Z_{Lref}(\omega_i)$ $i=1\dots, N$ sonlandırma fonksiyonlarının kullanıldığı optimizasyon prosesleri ile optimizasyon vektörü tayin edilmiştir.

Çalışmada performans üçlüsü ve sonlandırmaların referans değerleri, [1] ve [2]’de verilen bir mikrodalga tranzistörünün performans karakterizasyonu çalışmasından elde edilmiştir. Ayrıca optimizasyon prosesi iki tip data prosesi ile ele alınmıştır.

- 1) Eğim İzleme Prosesi
- 2) Genetik Tip Proses

Çalışmadaki orijinallikler genellikle aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1- İlk olarak mikrodalga kuvvetlendiricisi tasarımında Aktif Eleman Performans Karakterizasyonu kullanılmıştır ki, bu da tasarımcıya proses esnasında
 - i) Performans Ölçüsü $F(\omega_i), V_i(\omega_i), G_T(\omega_i)$ fonksiyonlarının eş-zamanlı olarak optimize edilmesini;
 - ii) Operasyon domeninde $F(\omega_i), V_i(\omega_i), G_T(\omega_i)$ fonksiyonlarının limitlerinin hesaba katılmasını temin eder.
- 2- Tasarım Prosesi ‘Sistem Yaklaşımı’ ile ele alınmıştır. Şöyle ki,
 - i) Kuvvetlendirici iki-kapılıların konfigürasyonu olarak modellenmiştir;
 - ii) Her bir iki-kapılı, $F(\omega_i), V_i(\omega_i), G_T(\omega_i)$ fonksiyonları ile karakterize edilmiş ve bu üç performans ölçüsü fonksiyonu $G_T(\omega)$ temelinde ilişkilendirilmiştir;
 - iii) Referans fonksiyonları, optimizasyon elemanlarının pratik değerleri domeninde gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Optimizasyon, performans, eğim izleme, genetik

ABSTRACT

In this work, design of microwave amplifiers is approached via the system theory. So it is basically considered as a two port with the performance measure functions $F(\omega), V_i(\omega), G_T(\omega)$, which are noise, input VSWR and gain functions, respectively. Where, the active devices utilized in the network mainly determined by the functions $F(\omega), V_i(\omega), G_T(\omega)$.

Two approaches are followed in the determination of the matching network parameters which are the physical lengths l_i , and characteristic impedances Z_{oi} $i=1, \dots, N$ of the N transmission lines.

- i) In the first approach, the optimization vector is obtained from the optimization process so that $F(\omega), V_i(\omega), G_T(\omega)$ can get closer to the reference values of $F_{ref}(\omega_i), V_{iref}(\omega_i), G_{Tref}(\omega)$ for $i=1, \dots, N$, over the given operation bandwidth of the network;
- ii) In the second approach, the $Z_{Sref}(\omega_i); Z_{Lref}(\omega_i)$ termination functions realizing the performance triplets of $F_{ref}(\omega_i), V_{iref}(\omega_i), G_{Tref}(\omega_i)$ $i=1, \dots, N$, are utilized in the optimization procedure to obtain the IMC and OMC parameters.

Here the reference functions of $F_{ref}(\omega), V_{iref}(\omega), G_{Tref}(\omega)$ and $Z_{Sref}(\omega_i); Z_{Lref}(\omega_i)$ $i=1, \dots, N$ is already obtained from the performance characterization of the microwave transistor [1], [2]. Two types of data processing are considered in the optimization processing for design of the microwave amplifiers:

- i) Slope Tracking Type of Data Processing
- ii) Genetic Type of Data Processing.

The originalities of this work can be summarized as follows:

- 1) Firstly, the performance characterization of an active device is employed in the design of microwave amplifiers. This enables the designer in the design process;
 - i) To take into account to optimize Noise Figure $F(\omega)$, Input VSWR $V_i(\omega)$, the Gain $G_T(\omega)$ performance functions simultaneously;
 - ii) To give the Limitations of Noise Figure $F(\omega)$, Input VSWR $V_i(\omega)$, the Gain $G_T(\omega)$ of the amplifier in the operation domain;
- 2) The system approach is employed in the design process so that,
 - i) Amplifier is modeled as a configuration of two-ports. So that each two-port is defined by the characterization functions $F(\omega), V_i(\omega), G_T(\omega)$, which are related on the transducer power gain $G_T(\omega)$ basis;
 - ii) Reference functions are realized for the practical values of elements utilized in the matching networks.

Keywords: Optimization, performance, slope tracking, genetic

1. GİRİŞ

Mikroşerit tranzistörlü kuvvetlendiriciler küçük boyutları, hafif olmaları ve üretim proseslerinin kolaylaşması gibi nedenlerden dolayı mikrodalga frekanslarda artan bir yaygınlıkla kullanılmaktadır. Ancak mikroşerit tranzistörlü kuvvetlendiricilerin klasik yollardan tasarımı bazı güçlükler yaratmaktadır. Bunlar sınırlı Band Genişliği, Gürültü Faktörü olarak özetlenebilir. Bu yüzden tasarım aşamasında birçok deneysel adımın tekrarlanması ve değişik dizaynların denenmesi gerekebilir. Bu sebepten dolayı mikrodalga kuvvetlendiricilerin tasarımında bilgisayar destekli tasarım yaklaşımları öne çıkmıştır. Her yaklaşım aktif elemanların modellenmesinde uydurma bloklarında, objektif fonksiyonun elde edilmesinde ve optimizasyon metotlarında farklılıklar göstermektedir. Ancak prosedür şu şekilde özetlenebilir:

- 1) Seçilen konfigürasyonda N adet dağılmış parametrelili pasif iki-kapılıının karakteristik empedanslarını ve boyularını temsil eden 2N değişken olmalıdır.
- 2) ABCD veya saçılma matrisleri aktif ve pasif bloklar için hesaplanmalıdır.
- 3) Sistemin ABCD veya saçılma matrisi her bloğun matrislerinin çarpımıyla elde edilir.
- 4) Kuvvetlendiricinin ihtiyaç duyulan performansları (Transduser Güç Kazancı, Giriş ve Çıkış VSWR ve s.) sistemin matrisindeki bileşenler ve verilen kaynak ve yük empedansı cinsinden hesaplanır.
- 5) İstenilen bant genişliğinde düz bir kazanç-frekans karakteristiği elde etmek için aşağıdaki gibi bir objektif fonksiyon oluşturulur. (Güneş F., 2001)

$$F = \sum_{i=1}^n [G(f_i) - G_{ref}]^2 \quad (1.1)$$

Burada

n = verilen frekans örnekleme sayısı

$G(f_i)$ = kuvvetlendirici frekansındaki transduser Güç Kazancı

G_{ref} = istenilen referans Kazanç

Objektif fonksiyonu Gürültü Faktörü, Giriş ve Çıkış VSWR gibi fonksiyonları da istenilen ağırlıklarda gösterecek şekilde genişletilebilir.

$$F = \sum W_1 [G(f_i) - G_{ref}]^2 + W_2 NF(f_i) + W_3 VSWR(f_i) \quad (1.2)$$

Kazanç, Gürültü ve VSWR referans değerleri kullanım amacına göre değişebilir olup optimizasyon prosedüründen önce belirlenmelidir.

Giriş ve çıkış empedanslara bağlı olarak oluşan Hata Fonksiyonları ise aşağıdaki şekildedir.

Giriş Uydurma Devresi (IMC) için Mutlak Hata İfadesi: (Güneş F., 2001)

$$F_{in} = \sum_{i=1}^N |Z_s^c(\omega_i) - Z_s^d(\omega_i)|^2 \quad (1.3)$$

$$Z_s^c = (B + D * Z_{s_const}) / (A + C * Z_{s_const}) \quad (1.4)$$

$$Z_s^d = Z_s + i * Z_s \quad (1.5)$$

Burada Z_s^c , IMC devresi için hesaplanan, Z_s^d ise referans empedanslardır.

Giriş Uydurma Devresi (IMC) için Z_c 'ye Göreceli Hata İfadesi:

$$F_{in} = \sum_{i=1}^N |Z_s^c(\omega_i) - Z_s^d(\omega_i)|^2 / |Z_s^c(\omega_i)|^2 \quad (1.6)$$

Giriş Uydurma Devresi (IMC) için Z_d 'ye Göreceli Hata İfadesi:

$$F_{in} = \sum_{i=1}^N |Z_s^c(\omega_i) - Z_s^d(\omega_i)|^2 / |Z_s^d(\omega_i)|^2 \quad (1.7)$$

Çıkış Uydurma Devresi (OMC) için Mutlak Hata İfadesi:

$$F_{out} = \sum_{i=1}^N |Z_L^c(\omega_i) - Z_L^d(\omega_i)|^2 \quad (1.8)$$

$$Z_L^c = (A + B * Z_{L_const}) / (C + D * Z_{L_const}) \quad (1.9)$$

$$Z_L^d = Z_L + i * Z_L \quad (1.10)$$

Burada Z_L^c , OMC devresi için hesaplanan, Z_L^d ise referans empedanslardır.

Çıkış Uydurma Devresi (IMC) için Z_c 'ye Göreceli Hata İfadesi:

$$F_{out} = \sum_{i=1}^N |Z_L^c(\omega_i) - Z_L^d(\omega_i)|^2 / |Z_L^c(\omega_i)|^2 \quad (1.11)$$

Çıkış Uydurma Devresi (IMC) için Z_d 'ye Göreceli Hata İfadesi:

$$F_{out} = \sum_{i=1}^N |Z_L^c(\omega_i) - Z_L^d(\omega_i)|^2 / |Z_L^d(\omega_i)|^2 \quad (1.12)$$



2. PERFORMANS (F, V_i, G_T) ÜÇLÜLERİ VE MİKRODALGA KUVVETLENDİRİCİ TASARIM SINIRLAMALARI

Mikrodalga frekanslarında aktif eleman karakterizasyonu ve geniş bantlı kuvvetlendirici tasarımı, haberleşme mühendisliğinin dominant ilgi alanı içinde yer almaktadır. Günümüzde, özellikle sistem performansını optimize edebilmek için bir çok modern program paketleri geliştirilip kullanılmaktadır. Genellikle bu programların kullanımında, Kazanç G_{Tref}, Giriş VSWR V_{iref} ve Gürültü F_{ref} referans değerleri, çalışma frekans bandı boyunca, ara ilişkileri bilinmeksizin veri olarak girilir. Bir sistemin performans optimizasyonu, genellikle, sistem parametreleri cinsinden yüksek dereceli bir nonlinear prosestir. Bu proses esnasında, aktif elemanın performans limitlerinin veya F, V_i, G_T ara ilişkilerinin bilinmeksizin, hedef performans değerlerinin verilmesi genellikle, hedeflerin gerçekleştirilmemesi ile sonuçlanır. Bu başarısızlık, bu çalışmanın motivasyonu olmuştur. Çalışmada tranzistörün konfigürasyon tipi (CT), kutuplama koşulu (V_{DS}, I_D) ve frekans(f)'dan oluşan çalışma domeninde, gürültü (F≥F_{min}) ve giriş VSWR(V_i≥1) serbest değişken seçilerek, elde edilebilecek maksimum ve minimum kazanç sınırları arasında uyumlu bütün (F, V_i, G_T) üçlüleri ve sonlandırmaları bulunmuştur. Buna göre, çalışma üç kısımdan oluşmuştur:

1. İlk kısım, tranzistörün küçük-ışaret ve gürültü davranışı çalışma domeninde, bir yapay sinir ağı ile modellenmesinden oluşmuştur [5]. Bu çok-boyutlu modelleme ile tranzistör saçılma (S) ve gürültü (N) parametreleri, talep edilen bir konfigürasyon tipinde, bir (V_{DS}, I_D) kutuplamasının bir f frekansında, iyi sayılabilecek bir doğrulukla kestirile bilinmektedir.
2. İkinci kısım, kısaca çalışma domeninde uyumlu Performans (F, V_i, G_T) Üçlüleri ve (Z_s, Z_L) sonlandırmalarının tayinidir ki, elemanın performans karakterizasyonu diye isimlendirilebilir [5].

Buna göre, yapay sinir ağı modeli çıkışına bağlı performans karakterizasyonu çalışma domeninde, F_{req} ≥ F_{min}, V_i ≥ 1 ve G_{Tmin} ≤ G_{Treq} ≤ G_{Tmax} özelliklerini sağlayan aşağıdaki Performans (F, V_i, G_T) Üçlüleri ve sonlandırmaları ile sonuçlanmaktadır: (F. Güneş, 1999)

$$(F_{req}, V_{ireq}, G_{Tmax}) \Leftrightarrow Z_{smax} = R_{smax} + jX_{smax}, \quad Z_{Lmax} = R_{Lmax} + jX_{Lmax} \quad (2.1)$$

$$(F_{req}, V_{ireq}, G_{Tmin}) \Leftrightarrow Z_{smin} = R_{smin} + jX_{smin}, \quad Z_{Lmin} = R_{Lmin} + jX_{Lmin} \quad (2.2)$$

$$(F_{req}, V_{ireq}, G_{Treq}) \Leftrightarrow Z_{sreq} = R_{sreq} + jX_{sreq}, \quad Z_{Lreq} = R_{Lreq} + jX_{Lreq} \quad (2.3)$$

3. Son kısım da, 1. ve 2. kısımdan elde edilen Performans Üçlü ve Sonlandırma fonksiyonlarını kullanarak, söz konusu tranzistör için potansiyel karakteristiklerinin oluşturulmasıdır.

2.1. Uyumlu Performans (F , V_i , G_T) Üçlüleri ve (Z_s , Z_L) Sonlandırmaları

2.1.1 Tranzistörün İki-Kapılı Modeli ve Performans Ölçü Fonksiyonları

Uyumlu Performans (F , V_i , G_T) Üçlüleri ve sonlandırmaları aşağıdaki üç nonlineer performans ölçü denklemlerinin, çalışma domeninde simültane çözümünden elde edilmiştir (Tepe C., 2000)

$$F = \frac{(S/N)_i}{(S/N)_o} = F\{R_s, X_s\} = F_{\min} + \frac{R_N}{|Z_{opt}|^2} \frac{|Z_s - Z_{opt}|^2}{R_s} \quad (2.4)$$

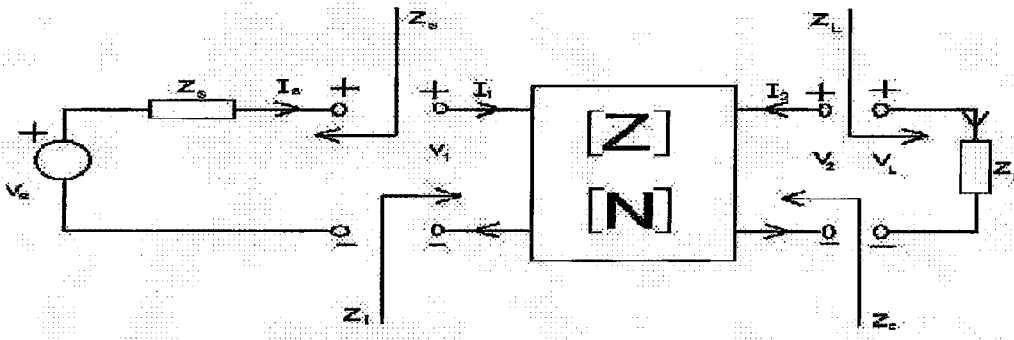
$$\text{Giriş VSWR} = V_i\{R_s, X_s, R_L, X_L\} = \frac{1 + |\rho_i|^2}{1 - |\rho_i|^2}, \rho_i = \frac{Z_s - Z_i^*}{Z_s + Z_i} \quad (2.5)$$

$$G_T = \frac{P_L}{P_{AVS}} \quad (2.6)$$

$$G_T\{R_s, X_s, R_L, X_L\} = \frac{4R_s R_L |Z_{21}|^2}{|(z_{11} + Z_s)(z_{22} + Z_L) - z_{12}z_{21}|^2}$$

Ayrıca, burada kaynak Z_s ve yük Z_L pasif sonlandırmaları tranzistörün kararlı çalışmasını sağlayacak şekilde tayin edilmektedir:

$$\text{Re}\{Z_i\} \geq 0, \text{ ve } \text{Re}\{Z_o\} \geq 0 \quad (2.7)$$

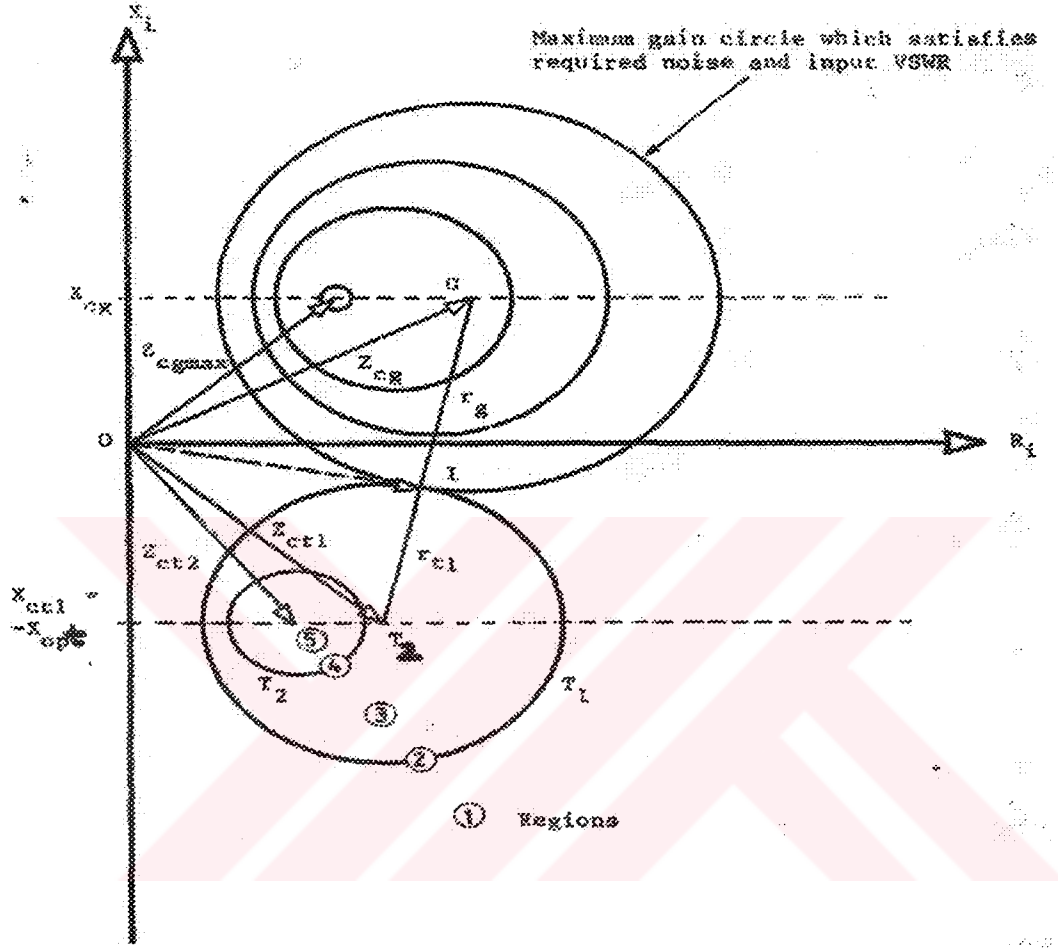


Şekil 2.1 Mikrodalga Tranzistörün İki-Kapılı Modeli

Şekil 1'de bir mikrodalga tranzistörünün $[Z]$ ve $[N]$ parametreleri ile iki-kapılı kuvvetlendirici devresi verilmiştir. Buna göre, tranzistör için V-I denklemleri matrisiyel formda aşağıdaki

şekilde ifade edilebilir:

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} \quad (2.8)$$



Şekil 2.2 Koşulsuz Kararlı halde bir (F_{req}, V_{req}) ile Sınırlanmış Maksimum Kazanç Çözüm Geometrisi

Şekil 2'de, tranzistörün sonlandırma denklemleri

$$V_2 = -I_2 Z_L, V_1 = V_s - I_1 Z_s, \quad (2.9)$$

ve Z_i giriş ve Z_o çıkış empedansları da

$$\begin{aligned} Z_i &= \frac{V_1}{I_1} = z_{11} - \frac{z_{12} z_{21}}{z_{22} + Z_L}, \\ Z_o &= \frac{V_2}{I_2} = z_{22} - \frac{z_{12} z_{21}}{z_{11} + Z_s} \end{aligned} \quad (2.10)$$

şeklinde ifade edilebilir.

2.1.2 Performans Karakterizasyonu

(2.4), (2.5), (2.6) performans ölçü fonksiyonlarının, talep edilen F_{req} , V_{ireq} ve G_{Treq} değerlerini sağlayan ortak (Z_s, Z_L) çözüm kümesi geometrik yöntemle elde edilmiştir ki, [5]'de ayrıntıları ile verilmiştir.

2.1.3 Z_s - Düzleminde Çözüm Pozisyonları ve $Z_L(Z_i)$ Kontrol Parametresi

(i) $F\{R_s, X_s\}=F_{req}$ 'i temin eden bütün Z_s 'ler $|Z_s - Z_{cn}| = r_n$ çemberi üzerinde yer almaktadır.

Bu çemberin merkez fazörü ile, yarıçapı (Güneş F., 1998)

$$Z_{cn} = R_{opt} + N + jX_{opt}, N = \frac{F_{req} - F_{min}}{2R_N} |Z_{opt}|^2 \quad (2.11)$$

$$r_n = \sqrt{N(N + 2R_{opt})} \quad (2.12)$$

ile verilebilir. Dolayısı ile, V_{ireq} ve G_{Treq} 'da sağlayan Z_s 'ler, $F=F_{req}$ çemberinden seçilmelidir.

(ii) $V_i\{R_s, X_s, R_L, X_L\}=V_{ireq}$ temin eden Z_s 'ler de, tespit edilmiş bir $Z_L = R_L + jX_L$ için $|Z_s - Z_{cv}| = r_v$ çemberi üzerinde yer alırlar, ki Z_{cv} ve r_v aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$Z_{cv} = \frac{1 + |\rho_i|^2}{1 - |\rho_i|^2} R_i - jX_i, r_v = 2 \frac{|\rho_i|}{1 - |\rho_i|^2} R_i \quad (2.13)$$

(iii) Bir $V_i=V_{ireq}$ çemberi, tespit edilen Z_L yükü için aşağıda verilen G_T dairesine karşı düşmektedir:

$$G_T = (1 - |\rho_i|^2) \frac{R_L}{R_i} \frac{|z_{21}|^2}{|z_{22} + Z_L|^2} \quad (2.14)$$

Buna göre, çözüm için Z_s -düzleminde sadece $F=F_{req}$ ve $V_i=V_{ireq}$ ($\Leftrightarrow G_T$) dairelerini ele almak yeterlidir.

(iv) $F=F_{req}$ gürlü çemberinin pozisyonu sabittir, buna karşın Z_s -düzleminde $V_i=V_{ireq}$ çember pozisyonu, $Z_L(Z_i)$ 'yi kontrol parametresi olarak kullanarak, (2.13)'e göre değiştirilebilir. $Z_L(Z_i)$ parametresi, $V_i=V_{ireq}$ çemberinin $F=F_{req}$ çemberi ile ortak noktaları olacak şekilde

tain edilebilir [5]. Buna göre, V_{ireq} ve F_{req} çemberlerini dış teğet yapan Z_i 'lerin geometrik yeri T_1 çemberidir ve merkez fazörü ve yarı çapı aşağıdaki şekilde verilebilir (Bölge 2):

$$\begin{aligned} Z_{ct1} &= R_{cn}U + r_nV - jX_{opt}, \\ r_{i1} &= \sqrt{|Z_{ct1}|^2 - |Z_{opt}|^2} \end{aligned} \quad (2.15)$$

Benzer şekilde, T_2 çemberi de F_{req} ve V_{ireq} çemberlerini iç teğet yapan Z_i 'lerin geometrik yeridir ve merkez fazörü ve yarıçapı aşağıdadır (Bölge 4):

$$\begin{aligned} Z_{ct2} &= R_{cn}U - r_nV - jX_{opt}, \\ r_{i2} &= \sqrt{|Z_{ct2}|^2 - |Z_{opt}|^2} \end{aligned} \quad (2.16)$$

Burada

$$U = \frac{1 + |\rho_i|^2}{1 - |\rho_i|^2}, \quad V = \frac{|\rho_i|}{1 - |\rho_i|^2} \quad (2.17)$$

T_2 çemberinin daima T_1 çemberinin içinde ve her iki çemberin de Z_i düzleminin sağ yarısında yer aldığı ispat edilebilir (Şekil 2). Z_s düzleminde F_{req} ve V_{ireq} çemberlerinin kesişmelerini sağlayan Z_i 'ler de T_1, T_2 ara bölgesinde yer almaktadır (Bölge 3).

2.2 Tasarım Konfigürasyonu

Tasarım Konfigürasyonu, Z_i ya da Z_L düzleminde üç kısımdan oluşturulabilir:

- (1) Z_s düzleminde V_{ireq} ve F_{req} çemberlerinin bütün çözüm pozisyonlarını içeren mümkün çözüm bölgeleri;
- (2) Koşulsuz Kararlı Çalışma Bölgesi (USWA): Bu bölgede, $\text{Re}\{Z_i\} \geq 0$ ve $\text{Re}\{Z_o\} \geq 0$ koşullarının her ikisini de sağlayan bütün Z_s ve Z_L 'ler yer alır. İki kararlılık hali vardır:
 - (i) Koşulsuz Kararlı Hal: Bu hal için gerekli ve yeterli koşullar:

$$r_{11} > 0, r_{22} > 0 \text{ ve } 2r_{11}r_{22} - r > |z| \quad (2.18)$$

olarak verilebilir ve bu halde her pasif empedansın hem Z_s ve hem de Z_L için kullanılmasının kararlılık açısından bir sakıncası yoktur;

(ii) Koşullu Kararlı Hal: Bu halde, USWA, Z_i düzleminde Giriş Kararlılık Dairesi ile eşlenik kaynak kararlılık dairesinin (maksimum kazanç dairesi) dışında kalan bölgedir. (Şekil 3)

(3) $V_{ireq} \Leftrightarrow |\rho_i|^2$ ile sınırlandırılmış kazanç G_T çemberleri: Bu çemberler, (2.14)'deki $|\rho_i|^2$ ile sınırlandırılmış kazanç ifadesinden hareket edilerek bulunabilir ve iki kararlılık hali için farklıdır:

(i) Koşulsuz Kararlı Kazanç Çemberleri: Bu çemberlerin merkez fazör Z_{cg} 'leri ve yarıçap r_g 'leri $V_{ireq} \Leftrightarrow |\rho_i|^2$ ile sınırlandırılmış G_T 'ler cinsinden aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$Z_{cg} = \frac{1}{r_{22}}(Q - P) + j \frac{1}{r_{22}}(2x_{11}r_{22} - x), \quad (2.19)$$

$$r_g = \frac{1}{r_{22}} \sqrt{P^2 - 2QP + |z|^2}$$

$$P = \frac{|z_{12}|^2 G_T}{1 - |\rho_i|^2}; Q = 2r_{11}r_{22} - r; z = z_{12}z_{21} = r + jx \quad (2.20)$$

(2.19) ve (2.20)'ya göre, $r_g=0$ yapan kazanç Z_{imax} maksimum kazanç dairesi (noktası)'dır.

$$Z_{imax} = Z_{cgmax} = R_{cgmax} + jX_{cg}, \quad R_{cgmax} = \frac{1}{2r_{22}}(Q^2 - |z|^2) \quad (2.21)$$

ve G_T 'nin maksimum değeri G_{Tmax} 'de

$$G_{Tmax} = \left\{ Q - \sqrt{Q^2 - |z|^2} \right\} \frac{1 - |\rho_i|^2}{|z_{12}|^2} \quad (2.22)$$

ile verilebilir ve $|\rho_i|=0$ değeri, elde edilebilir maksimum kazanç karşı düşer ki, giriş ve çıkış kapılarının her ikisi de eşlenik uydurulduğundaki kazançtır (MAG):

$$MAG = \frac{\left\{ Q - \sqrt{Q^2 - |z|^2} \right\}}{|z_{12}|^2} \quad (2.23)$$

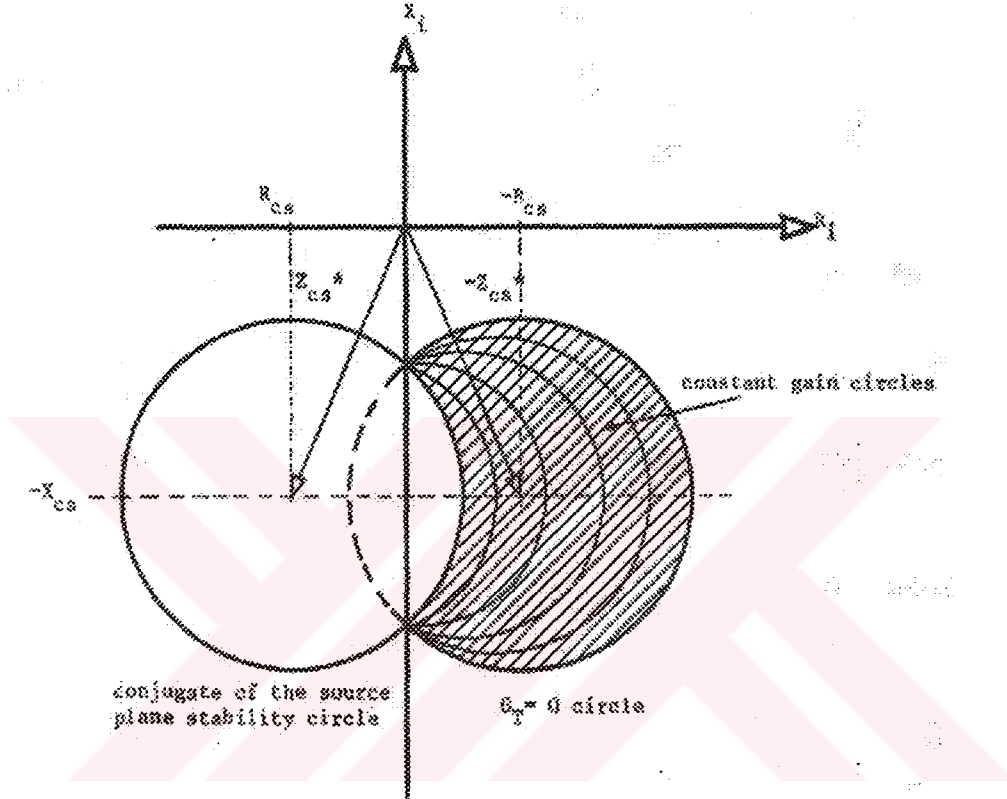
$G_{Treq} < G_{Tmax}$ çemberleri, Z_{cg} merkez fazörleri $X_{cg} = 1/r_{22}(2x_{11}r_{22} - x)$ yatay doğrusu üzerinde ve r_g yarıçapları (2.19) ile verilen şekilde gitgide büyüyen çemberler oluştururlar ve minimum kazanç limiti $G_T=0$ dairesi \Leftrightarrow Giriş Kararlılık Dairesi merkez fazörü $Z_{cgmin} = R_{cgmin} + jX_{cgmin}$ ve yarıçapı r_{gmin} aşağıdaki gibi verilebilir:

$$R_{cgmin} = \frac{Q}{2r_{22}}, \quad X_{cgmin} = X_{cg}, \quad r_{gmin} = \frac{|z|}{2r_{22}} \quad (2.24)$$

Bir Mutlak Kararlı tranzistör için $Q > z'$ 'dir. O halde $G_T=0$ dairesi bütün $G_T > 0$ kazanç

çemberlerini içine alarak, tamamen Z_i düzleminin sağ yarısında yer alır.

- (ii) Koşullu Kararlı Kazanç Çemberleri Geometrisi Şekil 3'de verilmiştir. Formülasyonu ve ayrıntıları [5]'de bulunabilir.



Şekil 2.3 Koşullu Kararlı halde bir V_{ireq} ile Sınırlanmış Kazanç Daireleri

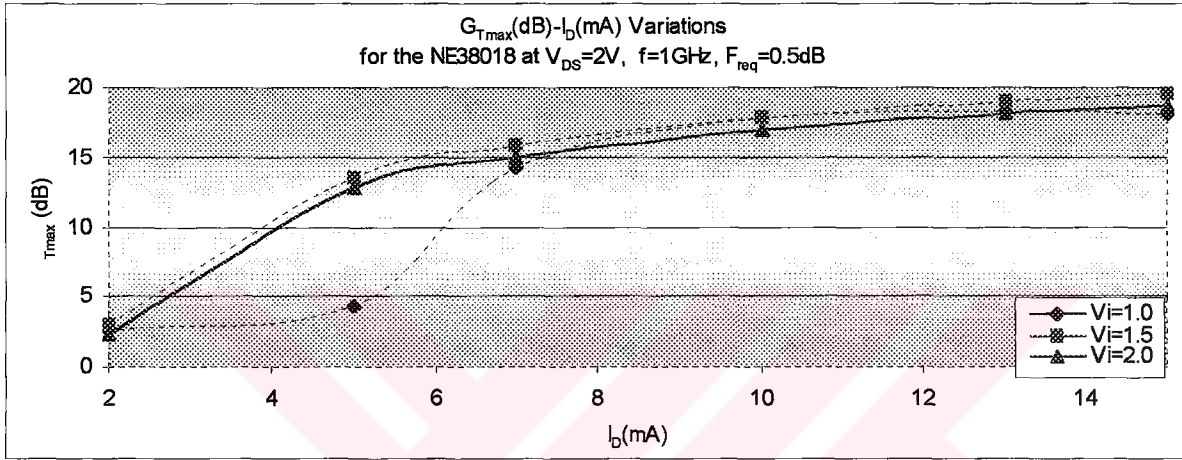
2.3 Tranzistörün Potansiyel Performans Karakteristikleri

$F \geq F_{min}$, $V_i \geq 1$, $G_{Tmin} \leq G_{Treq} \leq G_{Tmax}$ olarak talep edilen bütün (F , V_i , G_T) üçlüleri, oluşturulan Tasarım konfigürasyonunda Koşulsuz Kararlı Çalışma Bölgesi (USWA) ile Mümkün Çözüm Bölgelerinin arakesitinde yer almaktadır. Buna göre Z_L , Z_S sonlandırmaları, sırasıyla Z_i , Z_s düzlemlerindeki çember geometrisi için takip edilecek geometrik yöntemle bulunabilir.

- (i) NE38018 tranzistörünün $V_{DS}=2V$ için kaynak konfigürasyonunda $f=1GHz$ $F_{req}=0.5$ dB ve $V_{ireq}=1, 1.5, 2$ değerleri için G_{Tmax} (dB)- I_D (mA) değişimleri verilmiştir (Şekil 1). Aynı zamanda aynı koşullarda $I_D=10mA$ alınarak tranzistörün maksimum kazancının frekans ile değişimi, Z_L , Z_S sonlandırmaları ile elde edilmiştir (Şekil 2.4).

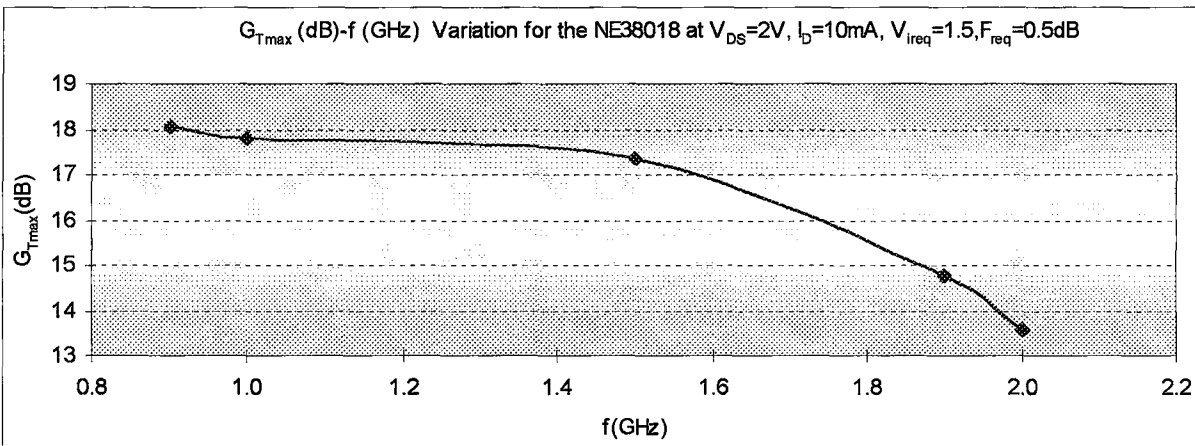
- (ii) NE02135C tranzistörü içinde emetör konfigürasyonu için $V_{CE}=10V$ $I_C=5mA$ $V_i=1.5V$ çeşitli F_{req} değerleri için maksimum kazancın frekansla değişimleri verilmiştir.

$I_D(mA)$	$G_{Tmax}(dB)$	$G_{Tmax}(dB)$	$G_{Tmax}(dB)$
2	2.537	3.075	2.283
5	4.254	13.547	12.755
7	14.195	15.797	15.005
10	17.892	17.786	16.995
13	18.238	18.935	18.143
15	18.154	19.539	18.747



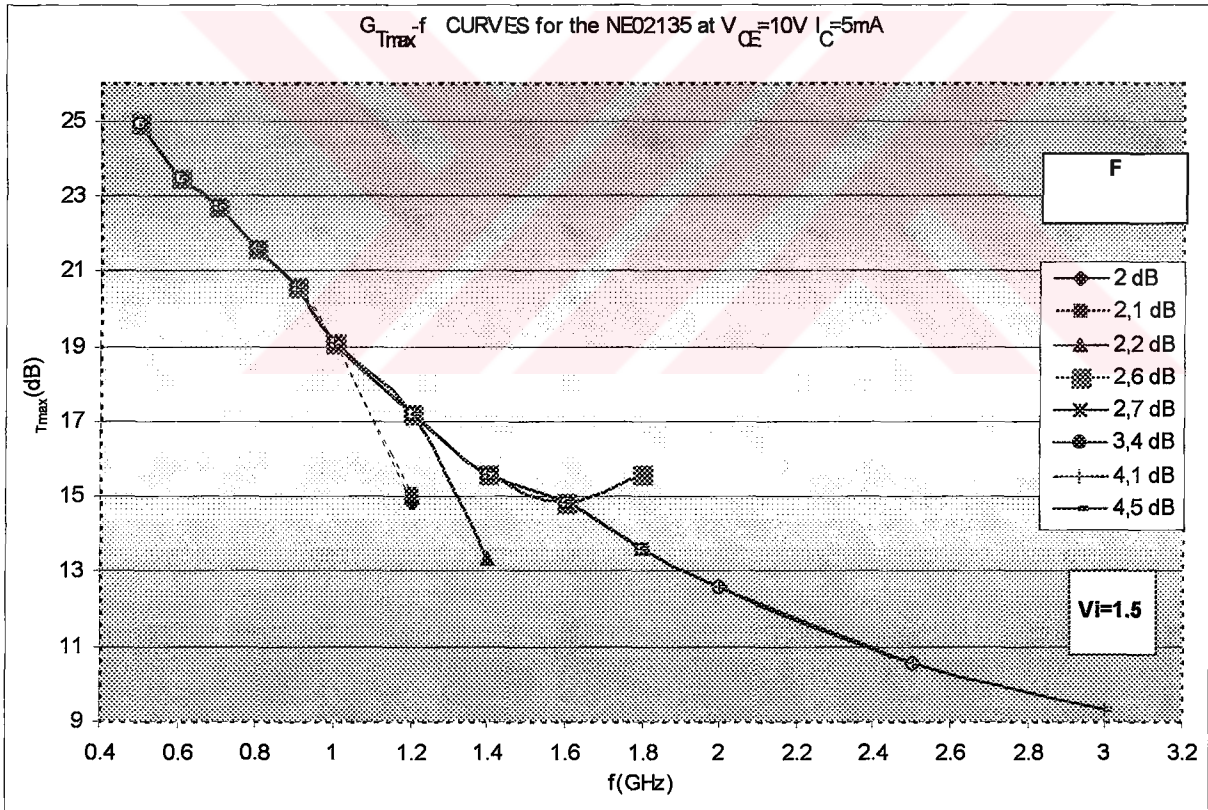
Şekil 2.4. $G_{Tmax}(dB)$ - $I_D(mA)$ Değişimleri

f (GHz)	$G_{Tmax}(dB)$	Real (Z_L)	Imag (Z_L)	Real (Z_S)	Imag (Z_S)
0.9	18.047	316.785	-30.175	46.685	54.045
1.0	17.786	07.711	-05.303	45.275	102.073
1.5	17.367	64.156	-11.523	46.777	49.843
1.9	14.795	41.428	-21.182	57.089	41.311
2.0	13.587	34.897	-25.322	60.734	45.428



Şekil 2.5 $G_{Tmax}(dB)$ -frekans Değişimi

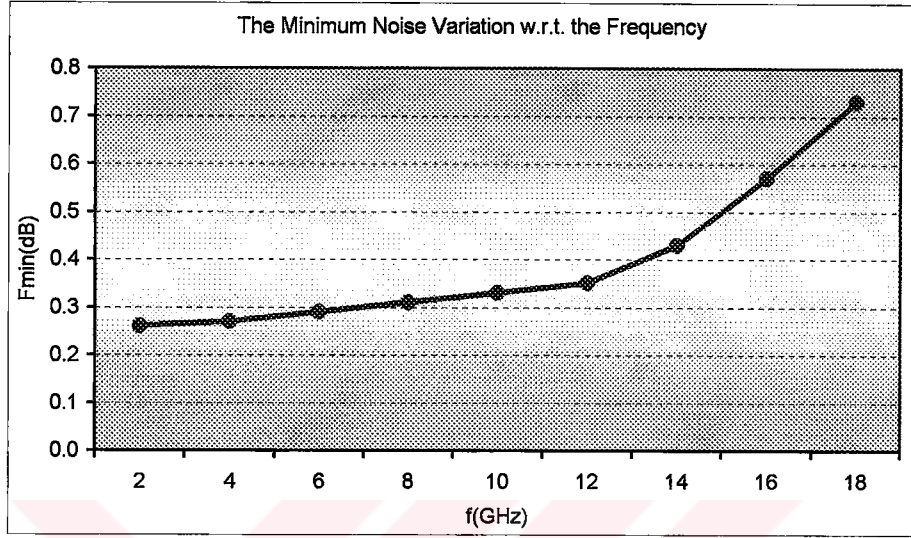
dB	$F_{req}=2$	$F_{req}=2,1$	$F_{req}=2,2$	$F_{req}=2,6$	$F_{req}=2,7$	$F_{req}=3,4$	$F_{req}=4,1$	$F_{req}=4,5$
f (GHz)	G_{Tmax} (dB)	G_{Tmax} (dB)	G_{Tmax} (dB)	G_{Tmax} (dB)	G_{Tmax} (dB)	G_{Tmax} (dB)	G_{Tmax} (dB)	G_{Tmax} (dB)
0.5	24.946	24.946	24.946	24.946	24.946	24.946	24.946	24.946
0.6	23.498	23.498	23.498	23.498	23.498	23.498	23.498	23.498
0.7	22.736	22.736	22.736	22.736	22.736	22.736	22.736	22.736
0.8	21.621	21.621	21.621	21.621	21.621	21.621	21.621	21.621
0.9	20.560	20.560	20.560	20.560	20.560	20.560	20.560	20.560
1	19.059	19.059	19.059	19.059	19.059	19.059	19.059	19.059
1.2	14.860	15.041	17.207	17.207	17.207	17.207	17.207	17.207
1.4			13.334	15.598	15.598	15.598	15.598	15.598
1.6				14.858	14.858	14.858	14.858	14.858
1.8				15.598	13.628	13.628	13.628	13.628
2						12.582	12.582	12.582
2.5						10.559	10.559	10.559
3							9.318	9.318



Şekil 2.6 Farklı F_{req} Değerlerine göre G_{Tmax} değişimi

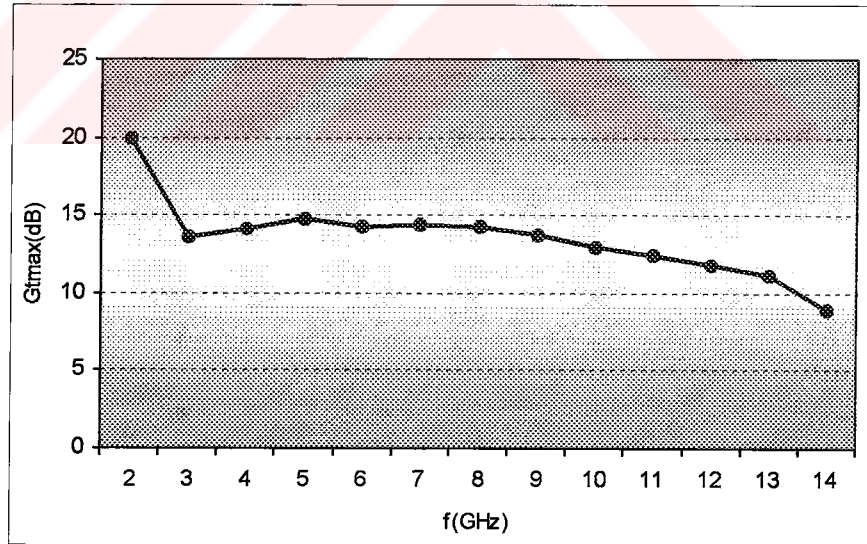
- (iii) NE329S01 tranzistörüne ilişkin $V_{CE}=2V$ ve $I_C=10$ mA Kararlılık Koşullarında 2-18 GHz Frekans Band aralığında Minimum Gürültü Fonksiyonu ve $[0,46$ dB, 1, $G_{Tmax}(f)$] Tripletlerinde $G_{Tmax}(f)$ Transduser Güç Kazanç Fonksiyonunun göstermiş olduğu değişim sırasıyla Şekil 2.7 ve Şekil 2.8’de verilmiştir.

f(GHz)	Fmin(dB)
2	0,26
4	0,27
6	0,29
8	0,31
10	0,33
12	0,35
14	0,43
16	0,57
18	0,73



Şekil 2.7 Minimum Gürültü Fonksiyonu

f(GHz)	GTmax(dB)
2	19,987962
3	13,558865
4	14,101032
5	14,829220
6	14,216648
7	14,345346
8	14,200197
9	13,705278
10	12,891642
11	12,422423
12	11,795371
13	11,200068
14	8,902574



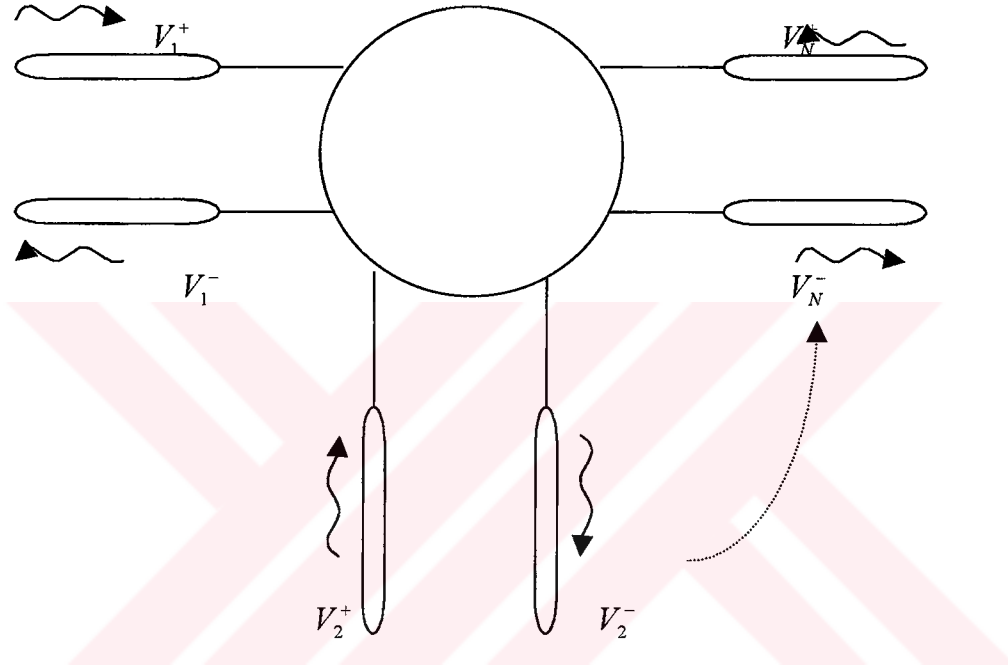
Şekil 2.8 $G_{Tmax}(f)$ Transduser Güç Kazanç Fonksiyonunun göstermiş olduğu değişim

Sonuç olarak benzer şekilde, bir tranzistörün çalışma domeninde çok çeşitli gürültü, giriş VSWR ve kazanç karakteristikleri elde edilebilir.

3. MİKRODALGA DEVRELERDE KULLANILAN TEMEL PARAMETRELER VE ARALARINDAKİ BAĞLANTILAR

3.1 [S] Parametreleri

Günümüzde mikrodalga devrelerinde hesaplamalarda kullanılan en temel parametreler S-parametreleridir. Tez kapsamında kullanılan diğer parametreler de bu parametreler cinsinden ifade edileceği için bu parametrelere kısaca değinilmelidir. (Emery F.E., 1966)



Şekil 3.1 N-Kapılı Bir Transmisyon Hattı

V^+ : Gelen dalga

V^- : Yansıyan dalga

$$\begin{bmatrix} V_1^- \\ V_2^- \\ \vdots \\ V_N^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1N} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{N1} & S_{N2} & \dots & S_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1^+ \\ V_2^+ \\ \vdots \\ V_N^+ \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

$$[V] = [V^+] [U + [S]] \quad (3.2)$$

$$[I] = \frac{[V^+]}{Z_0} [U - [S]] \quad (3.3)$$

$$[V] = [V_1 \quad V_2]^t \quad (3.4)$$

$$[V^+] = [V_1^+ \quad V_2^+]^t \quad (3.5)$$

$$[I^+] = [I_1^+ \quad I_2^+] \quad (3.6)$$

3.2 [ABCD] Parametreleri

ABCD parametreleri de optimizasyon işleminde kullanılabilirliği için S cinsinden ifade edilmelidir.

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

$$\begin{bmatrix} V_1^- \\ V_2^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1^+ \\ V_2^+ \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

$$[V] = [V^+] + [V^-] \quad (3.9)$$

$$[I] = \frac{[V^+] - [V^-]}{Z_0} \quad (3.10)$$

$$V_1 = AV_1 - BI_2 \quad (3.11)$$

$$V_1^+ + V_1^- = AV_2^+ + AV_2^- - BV_2^+ / Z_0 + BV_2^- / Z_0 \quad (3.12)$$

$$V_1^- = (S_{11}V_1^+ + S_{12}V_2^+) \quad (3.13)$$

$$V_2^- = (S_{21}V_1^+ + S_{22}V_2^+) \quad (3.14)$$

$$V_1^+ + (S_{11}V_1^+ + S_{12}V_2^+) = AV_2^+ + A(S_{21}V_1^+ + S_{22}V_2^+) - BV_2^+ / Z_0 + B(S_{21}V_1^+ + S_{22}V_2^+) / Z_0 \quad (3.15)$$

$$1 + S_{11} = AS_{21} + BS_{21} / Z_0 \quad (3.16)$$

$$S_{12} = A + AS_{22} - B / Z_0 + BS_{22} / Z_0 \quad (3.17)$$

$$S_{12} = A + AS_{22} - B/Z_0(1 - S_{22}) \quad (3.18)$$

$$(1 - S_{22})(1 + S_{11}) = AS_{21}(1 - S_{22}) + (1 - S_{22})BS_{21}/Z_0 \quad (3.19)$$

$$S_{21}S_{12} = S_{21}A + AS_{21}S_{22} - BS_{21}/Z_0(1 - S_{22})$$

$$2AS_{21} = 1 - S_{22} + S_{11} - S_{11}S_{22} + S_{12}S_{21} \quad (3.20)$$

$$2AS_{21} = 1 - S_{22} - S_{11}S_{22} + S_{12}S_{21}$$

$$\Delta S = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21} \quad (3.21)$$

denilirse, sonuçta;

$$A = \frac{1 - \Delta S + S_{11} - S_{22}}{2S_{21}} \quad (3.22)$$

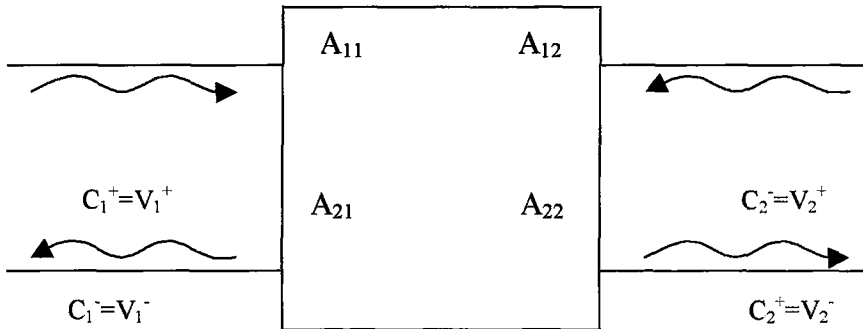
$$B = 50 \frac{(1 + \Delta S + S_{11} + S_{22})}{2S_{21}} \quad (3.23)$$

$$C = \frac{1 + \Delta S - S_{11} - S_{22}}{100S_{21}} \quad (3.24)$$

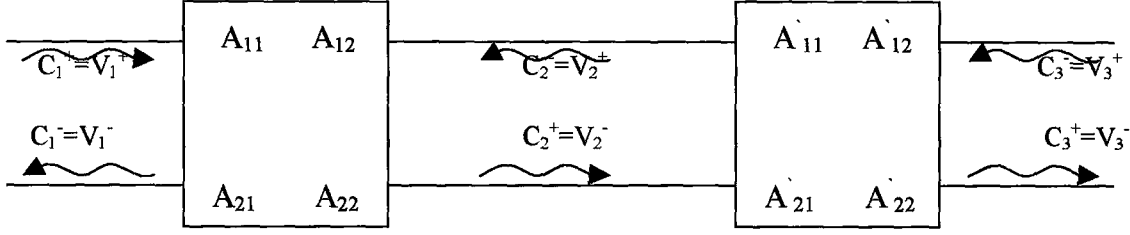
$$D = \frac{1 - \Delta S - S_{11} + S_{22}}{2S_{21}} \quad (3.25)$$

3.3 [A] Parametreleri

3.3.1 [A] Parametrelerinin Tanımlanması



Şekil 3.2 Bir İki-Kapılıda Gelen ve Yansıyan Dalgalar



Şekil 3.3 Kaskad Bağlı İki İki-Kapılıda Gelen ve Yansıyan Dalgalar

$$\begin{bmatrix} V_1^+ \\ V_1^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A'_{11} & A'_{12} \\ A'_{21} & A'_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_3^- \\ V_3^+ \end{bmatrix} \quad (3.26a)$$

$$\begin{bmatrix} V_1^+ \\ V_1^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2^- \\ V_2^+ \end{bmatrix} \quad (3.26b)$$

3.3.2 [A] Parametrelerinin [S] Parametreleri Cinsinden Karşılıkları

$$\begin{bmatrix} C_1^- \\ C_2^+ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_1^+ \\ C_2^- \end{bmatrix} \quad (3.27)$$

$$\begin{bmatrix} C_1^+ \\ C_1^- \end{bmatrix} = [A] \cdot \begin{bmatrix} C_2^+ \\ C_2^- \end{bmatrix} \quad (3.28)$$

burada S-matrisi çarpılıp açılırsa

$$C_1^- = S_{11} C_1^+ + S_{12} C_2^- \quad (3.29)$$

$$C_2^+ = S_{21} C_1^+ + S_{22} C_2^- \quad (3.30)$$

$$S_{21} C_1^+ = C_2^+ - S_{22} C_2^- \quad (3.31)$$

$$S_{21} C_1^- = S_{21} S_{11} C_1^+ + S_{21} S_{12} C_2^- \quad (3.32)$$

$$-S_{11} C_2^+ = -S_{11} S_{21} C_1^+ - S_{11} S_{22} C_2^- \quad (3.33)$$

Bu iki eşitliğin toplamından

$$S_{21} C_1^- = S_{11} C_2^+ + C_2^- [S_{21} S_{12} - S_{11} S_{22}] \quad (3.34)$$

$$C_1^- = \frac{S_{11} C_2^+}{S_{21}} + C_2^- \frac{[S_{21} S_{12} - S_{11} S_{22}]}{S_{21}} \quad (3.35)$$

$$C_1^+ = \frac{C_2^+}{S_{21}} + C_2^- \left[-\frac{S_{22}}{S_{21}} \right] \quad (3.36)$$

$$\begin{bmatrix} C_1^+ \\ C_1^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{S_{21}} & -\frac{S_{22}}{S_{21}} \\ \frac{S_{11}}{S_{21}} & \frac{S_{21} S_{12} - S_{11} S_{22}}{S_{21}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} C_2^+ \\ C_2^- \end{bmatrix} \quad (3.37)$$

buradan;

$$A_{11} = \frac{1}{S_{21}} \quad (3.38)$$

$$A_{12} = -\frac{S_{22}}{S_{21}} \quad (3.39)$$

$$A_{21} = \frac{S_{11}}{S_{21}} \quad (3.40)$$

$$A_{22} = \frac{S_{12} S_{21} - S_{11} S_{22}}{S_{21}} \quad (3.41)$$

3.3.3 [S] Parametrelerinin [A] Parametreleri Cinsinden Karşılıkları

$$S_{11} = \frac{A_{21}}{A_{11}} \quad (3.42)$$

$$S_{21} = \frac{1}{A_{11}} \quad (3.43)$$

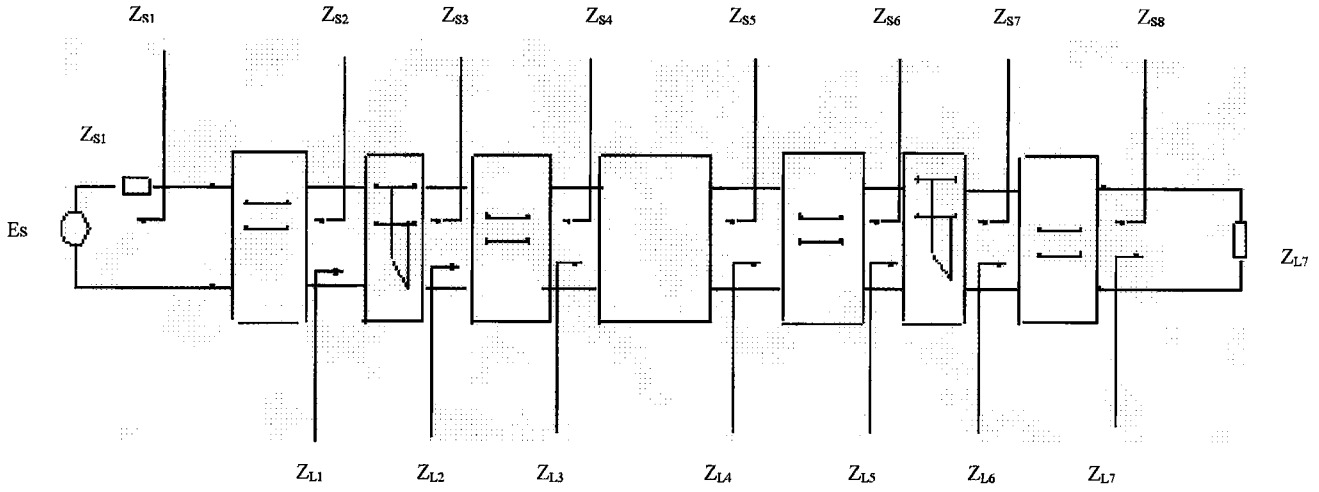
$$S_{12} = \frac{A_{22} A_{11} - A_{21} A_{12}}{A_{11}} \quad (3.44)$$

$$S_{22} = -\frac{A_{12}}{A_{11}} \quad (3.45)$$



4. OPTİMİZASYON PROSEDÜRÜNDE KULLANILACAK PERFORMANS FONKSİYONLARI VE ÇIKARIMLARI

4.1 Transduser Güç Kazancı



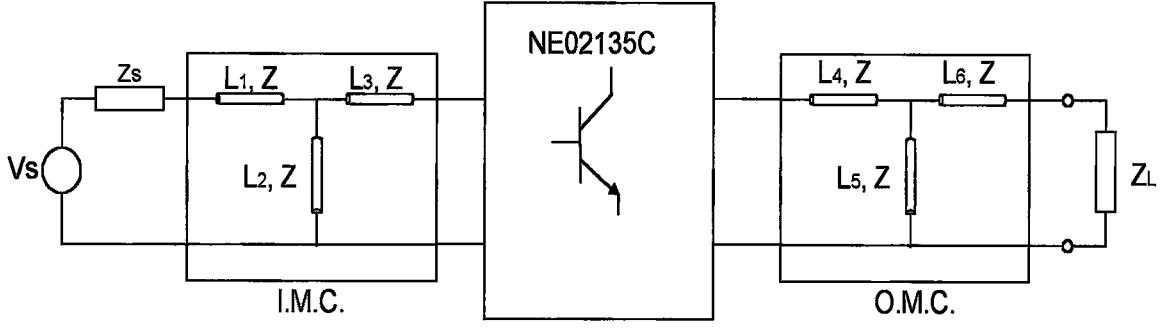
Şekil 4.1 Optimize Edilecek Devrenin İki-Kapılılar Cinsinden Gösterimi

4.1.1 Seri Transmisyon Hattı için ABCD Matrisi

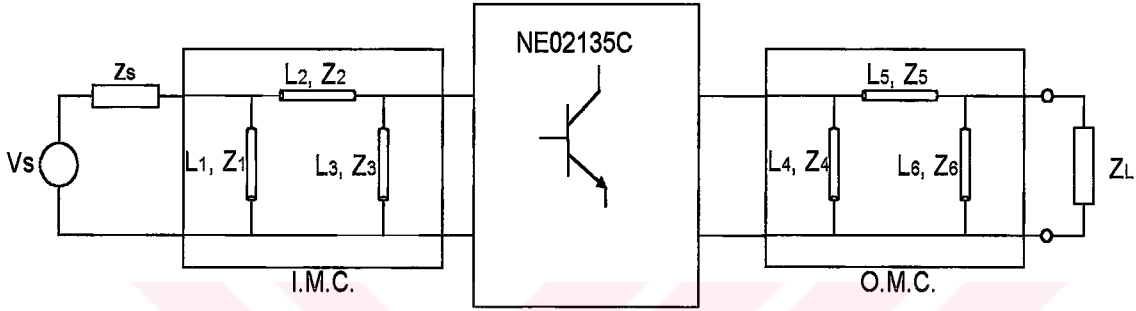
$$\begin{bmatrix} \cos(\beta l) & jZ_0 \sin(\beta l) \\ \frac{j \sin(\beta l)}{Z_0} & \cos(\beta l) \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

4.1.2 Kısa Devre Sonlandırmalı Transmisyon Hattı için ABCD Matrisi

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{j}{Z_0 \tan(\beta l)} & 1 \end{bmatrix} \quad (4.2)$$



(a)



(b)

Şekil 4.2 a) T Uydurma Devresi

b) II Uydurma Devresi

4.1.3 Tranzistörün ABCD Parametrelerinin Hesaplanması

Elimizdeki belli frekans değerlerine göre verilmiş S parametrelerinin ABCD parametrelerine dönüştürmek için aşağıdaki dönüşüm ifadelerinden yararlanıldı. (Hammerstad E.O., 1975)

$$A = \frac{(1 + S_{11})(1 - S_{22}) + S_{12}S_{21}}{2S_{21}} \quad (4.3)$$

$$B = Z_0 \frac{(1 + S_{11})(1 + S_{22}) - S_{12}S_{21}}{2S_{21}} \quad (4.4)$$

$$C = \frac{1}{Z_0} \frac{(1 - S_{11})(1 - S_{22}) - S_{12}S_{21}}{2S_{21}} \quad (4.5)$$

$$D = \frac{(1 - S_{11})(1 + S_{22}) + S_{12}S_{21}}{2S_{21}} \quad (4.6)$$

Sistemin transduser güç kazancı ABCD parametreleri cinsinden şu şekilde hesaplanır.

$$G_T = \frac{4R_S R_L}{P} \quad (4.7)$$

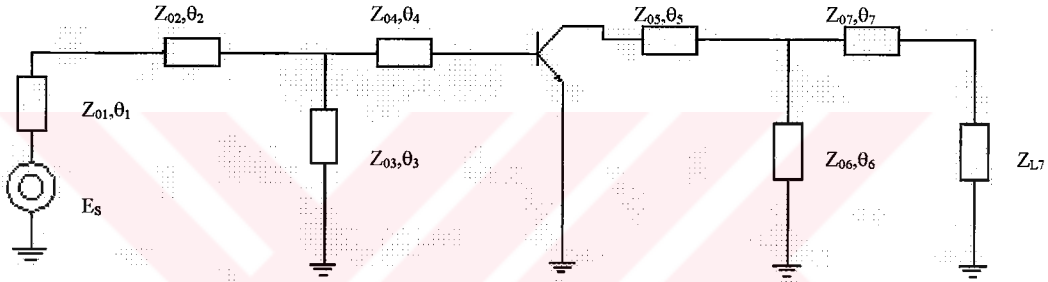
$$P = |AZ_L + B + Z_S(CZ_L + D)|^2 \quad (4.8)$$

P eşitliğindeki ABCD parametreleri tüm sistemin bileşke ABCD parametreleridir.

$$R_S = \text{Real}(Z_S) \quad (4.9)$$

$$R_L = \text{Real}(Z_L) \quad (4.10)$$

4.2 Gürültü Faktörü



Şekil 4.3 Optimize Edilecek Devrenin Blok Diyagramı

Çok katlı devrelerde ilk katın gürültü faktörü tüm sistem için baskın rol oynadığından üzerinde önemle durulması gerekir. Kuvvetlendiricinin gürültü faktörü kaynak empedansı ve tranzistörün gürültü parametreleri cinsinden şu şekilde hesaplanır:

$$NF = F_M + \frac{R_N}{|Z_{op}|^2} \frac{|Z_s - Z_{op}|^2}{R_s} \quad (4.11)$$

Burada;

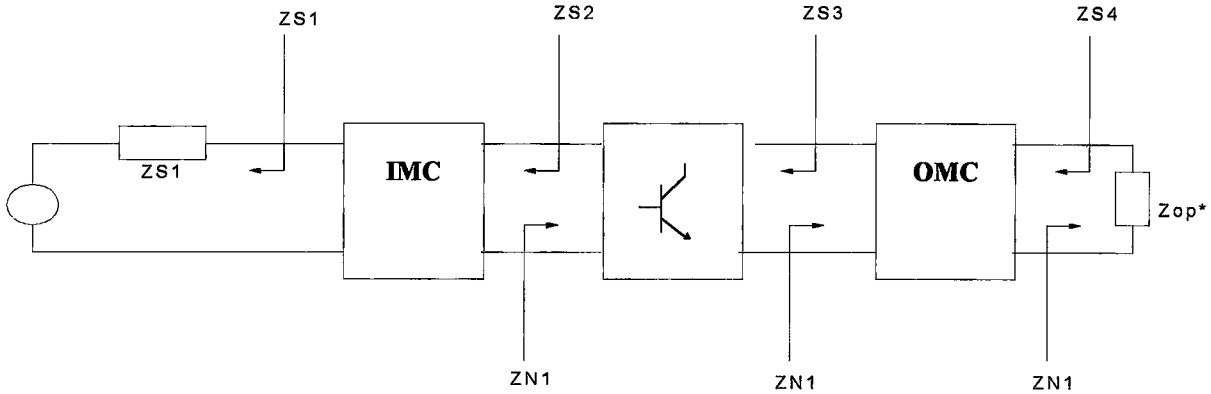
Z_s = Tranzistörün gördüğü kaynak empedansı

R_s = Real(Z_s)

R_N = Eşdeğer gürültü direnci

F_M = Minimum gürültü faktörü

Z_{op} = Optimum kaynak empedansı



Şekil 4.4 Gürültü Faktörü Hesabına İlişkin İki-Kapılı Devre Empedansları

Tranzistörün gürültü faktörü; Z_{op}^* ile sonlandırılmış giriş uydurma devrelerinin transduser güç kazançları cinsinden aşağıdaki şekilde bulunur. (Haus H.A., 1959)

$R_{op} = \text{Real}(Z_{op})$ olmak üzere

$$|Z_s + Z_{op}^*|^2 - |Z_s - Z_{op}|^2 = 4R_s R_{op} \quad (4.12)$$

$$\frac{|Z_s - Z_{op}|^2}{R_s} = \frac{|Z_s + Z_{op}^*|^2}{R_s} - 4R_{op} \quad (4.13)$$

$$G_{op} = \frac{P_L}{P_{in}} \quad G_T = \frac{P_L}{P_{avas}} = \frac{P_L}{P_{in}} \frac{P_{in}}{P_{avas}} \quad (4.14)$$

Giriş uydurma devresi pasif ve kayıpsız olduğundan $\frac{P_L}{P_{in}}$ 1'e eşittir. $\frac{P_{in}}{P_{avas}}$ empedans uyumsuzluğuna eşittir. Bu durumda transduser güç kazancı Z_s ve Z_{op}^* cinsinden yazılırsa;

$$G_T = \frac{4R_s R_{op}}{|Z_s + Z_{op}^*|^2} \quad (4.15)$$

Son iki denklemden

$$\frac{|Z_s - Z_{op}|^2}{R_s} = 4R_{op} \left(\frac{1}{G_T} - 1 \right) \quad (4.16)$$

elde edilir. Bu ifade NF fonksiyonunda yerine konularak gürültüden dolayı oluşan kayıp

bulunur.

$$\frac{1}{G_T} = L_T = 1 + \frac{(NF - F_M) |Z_{op}|^2}{4R_N R_{op}} \quad (4.17)$$

Son olarak; hesaplanan NF değeri tranzistörün istenen NF_R değerinden küçük tutulmalıdır. Bu yüzden yukarıdaki ifadeden hesaplanan kayıp, $NF = NF_R$ olduğunda hesaplanan kayıptan düşük olmalıdır.

Bu durumda sınırlayıcı fonksiyonu şu şekilde yazılabilir;

$$E_N = 1 + \frac{(NF - F_M) |Z_{op}|^2}{4R_N R_{op}} - \frac{1}{G_{Tc}} > 0 \quad (4.18)$$

Yukarıdaki fonksiyonda $E_N > 0$ olması; uydurma bloğunun hesaplanan kaybının, istenilen gürültü faktörünün öngördüğü kayıptan düşük olduğu anlamına gelir. Yani, kuvvetlendirici istenilen performansı göstermektedir.

4.3 Giriş VSWR Fonksiyonu

Kaynak tarafındaki giriş yansımaya katsayısı:

$$|\rho_i| = \frac{|Z_{i1} - Z_{S1}^*|}{|Z_{i1} + Z_{S1}|} \quad (4.19)$$

Burada Z_{i1} ve Z_{S1} sırasıyla ilk iki-kapılının giriş ve kaynak empedanslarıdır. Z_{i1} 'in ikinci iki-kapılının giriş empedansı ve birinci iki-kapılının ABCD parametreleri cinsinden yazılırsa

$$Z_{i1} = \frac{A_1 Z_{i2} + B}{C_1 Z_{i2} + D_1} \quad (4.20)$$

Bu denklem ilk denkleme yerine konular ve gerekli sadeleştirme yapılırsa

$$|\rho_i| = \left| \frac{A_1 - C_1 Z_{S1}^*}{A_1 + C_1 Z_{S1}} \right| \left| \frac{Z_{i2} + Z_{M2}}{Z_{i2} + Z_{S2}} \right| \quad (4.21)$$

Bulunan bu formülde

$$Z_{S2} = \frac{B_1 + D_1 Z_{S1}}{A_1 + C_1 Z_{S1}} \quad (4.22)$$

kaynak empedansı olduğunda ilk iki-kapılının çıkış empedansı ve ikinci iki-kapılının kaynak empedansıdır.

$$Z_{M2} = \frac{B_1 - D_1 Z_{S1}^*}{A_1 - C_1 Z_{S1}} \quad (4.23)$$

kaynak empedansı $-Z_{S1}^*$ olduğunda ilk iki-kapılının çıkış, ikinci iki-kapılının kaynak empedansıdır. Aslında $-Z_{M2}$ giriş kapısını konjuge uydurulmuş hale getiren yük empedansıdır. Yukarıdaki formülünden de görülebileceği gibi formülün sadece ikinci tarafı ikinci iki-kapılının parametrelerine bağlıdır. $-Z_{S1}^* = Z_{M1}$ koşulunu ρ_i formülünde yerine koyar ve formül n. iki-kapılı için genelleştirilirse;

$$|\rho_i| = \left| \frac{A_1 + C_1 Z_{M1}}{A_1 + C_1 Z_{S1}} \right| \left| \frac{A_2 + C_2 Z_{M2}}{A_2 + C_2 Z_{S2}} \right| \dots \left| \frac{A_{n-1} - C_{n-1} Z_{Mn-1}}{A_{n-1} + C_{n-1} Z_{Sn-1}} \right| \left| \frac{Z_{in} + Z_{Mn}}{Z_{in} + Z_{Sn}} \right| \quad (4.24)$$

Buradaki kaynak empedansı $-Z_{S1}^*$ olduğunda $i=1,2,\dots,n$ i. iki-kapılının kaynak empedansını belirtir. Formülde ilk n-1 terim n. iki-kapılının parametrelerinden bağımsız olduğundan formül aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$|\rho_i|^2 = K \left| \frac{Z_{in} + Z_{Mn}}{Z_{in} + Z_{Sn}} \right|^2 \quad (4.25)$$

Kaynak empedansı Z_{S1} olduğunda n. iki-kapılının transduser güç kazancı aşağıdaki formülle elde edilir.

$$G_{Tn} = \frac{4R_{Sn} R_{in}}{|Z_{in} + Z_{Sn}|^2} \quad (4.26)$$

Aynı şekilde kaynak empedansı $Z_{M1} = -Z_{S1}^*$ olduğunda

$$G_{Mn} = \frac{4R_{Mn} R_{in}}{|Z_{Mn} + Z_{in}|^2} \quad (4.27)$$

Son üç formül uygun matematiksel işlemlerle birleştirildikten sonra aşağıdaki şekli alır.

$$|\rho_i|^2 = K \frac{R_{Mn}}{R_{Sn}} \frac{G_{Tn}}{G_{Mn}} \quad (4.28)$$

K , R_{Sn} , R_{Mn} , n . iki-kapılının parametrelerini içermesine rağmen G_{Tn} ve G_{Mn} içermektedir.

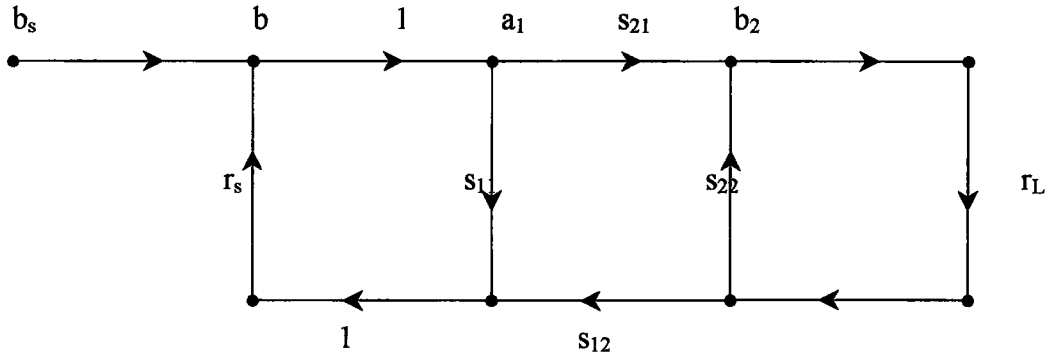
Bu durumda sınırlayıcı fonksiyon aşağıdaki gibi olacaktır.

$$E_{Vi} = \log|\rho_{ir}|^2 - \log|\rho_i|^2 > 0 \quad (4.29)$$



5. TRANSDUSER GÜÇ KAZANCININ [S] PARAMETRELERİ CİNSİNDEN HESAPLANMASI

$$G_T = \frac{P_L}{P_{AVS}} \quad (5.1)$$



Şekil 5.1 Devrenin İşaret Akış Diyagramı

i . hatta V_i^+ , V_i^- ; I_i^+ , I_i^- dalgaları ile V_i , I_i arasındaki ilişki, (Hammerstad E.O., 1975)

$$V_i = V_i^+ + V_i^- \quad (5.2)$$

$$I_i = I_i^+ - I_i^- \quad (5.3)$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{V}_i &= a_i + b_i \\ \bar{I}_i &= a_i - b_i \end{aligned} \right\} \quad (5.4)$$

$$a_i = \frac{1}{2\sqrt{Z_{0i}}}(V_i + Z_{0i}I_i) \quad (5.5)$$

$$b_i = \frac{1}{2\sqrt{Z_{0i}}}(V_i - Z_{0i}I_i) \quad (5.6)$$

Burada Z_{0i} , i . hattın karakteristik empedansıdır.

$$P = \frac{1}{2} \cdot R_e[V.I^*] = P^+ - P^- \quad (5.7)$$

$$P^+ = \frac{1}{2} \cdot R_e[V_l^+ I_l^{+*}] = \frac{1}{2} \cdot \frac{|V_l^+|^2}{Z_0} = \frac{1}{2} \cdot |a_l|^2 \quad (5.8)$$

$$P^- = \frac{1}{2} \cdot R_e[V_l^- I_l^{-*}] = \frac{1}{2} \cdot \frac{|V_l^-|^2}{Z_0} = \frac{1}{2} \cdot |b_l|^2 \quad (5.9)$$

$$a_l = \frac{V_l^+}{\sqrt{Z_{0l}}} \quad (5.10)$$

$$b_l = \frac{V_l^-}{\sqrt{Z_{0l}}} \quad (5.11)$$

$$P_1 = |a_1|^2 - |b_1|^2 \quad (5.12)$$

$$P_2 = |a_2|^2 - |b_2|^2 \quad (5.13)$$

$$P_L = |b_2|^2 - |a_2|^2 \quad (\text{Yüke aktarılan güç}) \quad (5.14)$$

$$P_1 = |a_1|^2 (1 - |\Gamma_m|^2) \quad (5.15)$$

$$P_L = |b_2|^2 (1 - |\Gamma_L|^2) \quad (5.16)$$

$$\Gamma_L = \frac{a_2}{b_2} \quad (5.17)$$

Maksimum güç çekmek için :

$$\Gamma_s = \Gamma_{in}^*$$

$$\Gamma_{out} = \Gamma_L^*$$

$$P_{AVS} = |b|^2 - |a|^2 \quad (\text{Kaynaktan çekilebilecek maksimum güç}) \quad (5.18)$$

$$P_{AVS} = |b|^2 (1 - |\Gamma_s|^2) \quad (5.19)$$

$$P_{AVS} = \frac{|b_s|^2}{1-|\Gamma_s|^2} \quad (5.20)$$

$$G_T = \frac{P_L}{P_{AVS}} = \frac{|b_2|^2}{|b_s|^2} (1-|\Gamma_s|^2) \cdot (1-|\Gamma_L|^2) \quad (5.21)$$

$T\left(\frac{b_2}{b_s}\right)$ kazancı mason kazanç formülü ile hesaplanırsa :

$$T = \frac{s_{21}}{(1-s_{11}\Gamma_s) \cdot (1-s_{22}\Gamma_L) - \Gamma_s s_{21} s_{12} \Gamma_L} \quad \text{bulunur.} \quad (5.22)$$

$$G_T = \frac{(1-|\Gamma_s|^2) \cdot |s_{21}|^2 \cdot (1-|\Gamma_L|^2)}{|1-\Gamma_{in}\Gamma_s|^2 \cdot |1-\Gamma_{out}\Gamma_L|^2} \quad (5.23)$$

$$\Gamma_{in} = \frac{b_1}{a_1} \quad (5.24)$$

Mason kazanç formülüne göre;

$$P_1 = S_{11} \quad (5.25)$$

$$P_2 = S_{21}\Gamma_L S_{12} \quad (5.26)$$

$$\sum L(1) = S_{22}\Gamma_L \quad (5.27)$$

$$\sum L(1)^1 = S_{22}\Gamma_L \sum L(1)^2 = 0 \quad (5.28)$$

$$\Gamma_{in} = \frac{P_1[1-\sum L(1)^1] + P_2[\sum L(1)^2]}{1-\sum L(1)} = \frac{S_{11}(1-S_{22}\Gamma_L) + S_{21}\Gamma_L S_{12}}{1-S_{22}\Gamma_L} \quad (5.29)$$

$$\Gamma_{in} = S_{11} + \frac{s_{21}\Gamma_L S_{12}}{1-s_{22}\Gamma_L} \quad (5.30)$$

$$\Gamma_{out} = s_{22} + \frac{s_{21}\Gamma_s s_{12}}{1 - s_{11}\Gamma_s} \quad (5.31)$$

6. SERİ VE ŞÖNT HATTIN [A] PARAMETRELERİNİN HESAPLANMASI

$$\begin{bmatrix} V_1^+ \\ V_1^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_2^- \\ V_2^+ \end{bmatrix} \quad (6.1)$$

$$C_1^+ = V_1^+ \quad C_1^- = V_1^- \quad C_2^- = V_2^+ \quad C_2^+ = V_2^-$$

$$\begin{bmatrix} C_1^+ \\ C_1^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/s_{21} & -s_{22}/s_{21} \\ s_{11}/s_{21} & (s_{12}s_{21} - s_{11}s_{22})/s_{21} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} C_2^+ \\ C_2^- \end{bmatrix} \quad (6.2)$$

formülü yardımıyla , (Hosseini N.M., 1976)

seri hat için ;

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\beta l + j\sin\beta l & 0 \\ 0 & \cos\beta l - 2j\sin\beta l \end{bmatrix} \quad (6.3)$$

şönt hat için ;

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - \frac{j}{2\tan\beta l} & -\frac{j}{\tan\beta l} \\ \frac{j}{\tan\beta l} & 4\left(\frac{j}{\tan\beta l}\right)^2 \\ \frac{j}{\tan\beta l} & 2\left(2 - \frac{j}{\tan\beta l}\right) \end{bmatrix} \quad (6.4)$$

7. "T" DEVRESİNİN [A] MATRİSİNİN HESAPLANMASI

"T" devresi seri , şönt , seri hatların kaskad bağlanması sonucu oluşturulur. Bu nedenle "T" devresinin [A] matrisi ; (Hosseini N.M., 1976)

$$[A]_T = \begin{bmatrix} \text{seri} \\ \text{hat} \end{bmatrix}_1 \times \begin{bmatrix} \text{şönt} \\ \text{hat} \end{bmatrix}_2 \times \begin{bmatrix} \text{seri} \\ \text{hat} \end{bmatrix}_3 \quad (7.1)$$

olarak bulunabilir.

$$A_{11} = (\cos\beta \ell_3 + j\sin\beta \ell_3) \cdot (\cos\beta \ell_1 + j\sin\beta \ell_1) \cdot \left(1 - \frac{j}{j\tan\beta \ell_2}\right) \quad (7.2)$$

$$A_{12} = (\cos\beta \ell_3 + j\sin\beta \ell_3) \cdot (\cos\beta \ell_1 + j\sin\beta \ell_1) \cdot \left(-\frac{j}{\tan\beta \ell_2}\right) \quad (7.3)$$

$$A_{21} = \frac{j}{\tan\beta \ell_2} (\cos\beta \ell_1 - j\sin\beta \ell_1) (\cos\beta \ell_3 - j\sin\beta \ell_3) \quad (7.4)$$

$$A_{22} = (\cos\beta \ell_1 - j\sin\beta \ell_1) \cdot \frac{\left[4 - \left(\frac{j}{\tan\beta \ell_2}\right)^2\right]}{\left[2 - \frac{j}{\tan\beta \ell_2}\right]} (\cos\beta \ell_3 - j\sin\beta \ell_3) \quad (7.5)$$

hesaplanır.

(2.42), (2.43), (2.44) ve (2.45) formüllerinin yardımı ile ;

$$G_T = \frac{(1 - |r_s|^2) \cdot \left|\frac{1}{A_{11}}\right|^2 \cdot (1 - |r_L|^2)}{\left|1 - \frac{A_{21}}{A_{11}} r_s\right|^2 \cdot \left|1 + \frac{A_{12}}{A_{11}} r_L\right|^2} \quad (7.6)$$

olarak hesaplanır .

8. "II" DEVRESİNİN [A] MATRİSİNİN HESAPLANMASI

"II" devresi şönt , seri , şönt hatların kaskad bağlanması sonucu oluşturulur. Bu nedenle "II" devresinin [A] matrisi ; (Hosseini N.M., 1976)

$$[A]_{II} = \begin{bmatrix} \text{şönt} \\ \text{hat} \end{bmatrix}_1 \times \begin{bmatrix} \text{seri} \\ \text{hat} \end{bmatrix}_2 \times \begin{bmatrix} \text{şönt} \\ \text{hat} \end{bmatrix}_3 \quad (8.1)$$

olarak bulunabilir.

$$A_{11} = \left(1 - \frac{j}{2 \tan \beta \ell_1}\right) (\cos \beta \ell_2 + j \sin \beta \ell_2) + \left(\frac{\sin \beta \ell_2}{\tan \beta \ell_1} - \frac{j \cos \beta \ell_2}{\tan \beta \ell_1}\right) \frac{j}{\tan \beta \ell_3} \quad (8.2)$$

$$A_{12} = \left(1 - \frac{j}{2 \tan \beta \ell_1}\right) (\cos \beta \ell_2 + j \sin \beta \ell_2) \left(-\frac{j}{\tan \beta \ell_3}\right) + \left(\frac{\sin \beta \ell_2}{\tan \beta \ell_1} - \frac{j \cos \beta \ell_2}{\tan \beta \ell_1}\right) \frac{4 - \left(\frac{j}{\tan \beta \ell_2}\right)^2}{2 \left(2 - \left(\frac{j}{\tan \beta \ell_3}\right)\right)} \quad (8.3)$$

$$A_{21} = \left(\frac{j \cos \beta \ell_2}{\tan \beta \ell_1} - \frac{\sin \beta \ell_2}{\tan \beta \ell_1}\right) \left(1 - \frac{j}{2 \tan \beta \ell_3}\right) + (\cos \beta \ell_1 + j \sin \beta \ell_1) \frac{4 - \left(\frac{j}{\tan \beta \ell_1}\right)^2}{2 \left(2 - \left(\frac{j}{\tan \beta \ell_1}\right)\right)} \frac{j}{\tan \beta \ell_3} \quad (8.4)$$

$$\begin{aligned}
A_{22} &= \left(\frac{j \cos \beta \ell_2}{\tan \beta \ell_1} - \frac{\sin \beta \ell_2}{\tan \beta \ell_1} \right) \left(-\frac{j}{\tan \beta \ell_3} \right) \\
&+ (\cos \beta \ell_1 - j \sin \beta \ell_1) \frac{4 - \left(\frac{j}{\tan \beta \ell_1} \right)^2}{2 \left(2 - \left(\frac{j}{\tan \beta \ell_1} \right) \right)} \frac{4 - \left(\frac{j}{\tan \beta \ell_3} \right)^2}{2 \left(2 - \left(\frac{j}{\tan \beta \ell_3} \right) \right)}
\end{aligned} \tag{8.5}$$

hesaplanır.

(3.42), (3.43), (3.44) ve (3.45) formüllerinin yardımı ile ;

$$G_T = \frac{(1 - |r_s|^2) \cdot \left| \frac{1}{A_{11}} \right|^2 \cdot (1 - |r_L|^2)}{\left| 1 - \frac{A_{21}}{A_{11}} r_s \right|^2 \cdot \left| 1 + \frac{A_{12}}{A_{11}} r_L \right|^2} \tag{8.6}$$

olarak hesaplanır .

9. OPTİMİZE EDİLECEK DEVRENİN [A] MATRİSİNİN HESAPLANMASI

$$[A] = \begin{bmatrix} T \\ Devresi \end{bmatrix} \cdot [Transistör] \cdot \begin{bmatrix} T \\ Devresi \end{bmatrix} \quad (9.1)$$

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11(T)} & A_{12(T)} \\ A_{21(T)} & A_{22(T)} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_{11(T)} & A_{12(T)} \\ A_{21(T)} & A_{22(T)} \end{bmatrix} \quad (9.2)$$

Burada ; 1. ve 3. bloklar tranzistörün başına ve sonuna bağlanan T devresinin A matrisidir.

Bunun hesabı daha önce yapılmıştı. İkinci blok ise tranzistörün [A] matrisidir. Bu matris ;

(3.38), (3.39), (3.40) ve (3.41) yardımıyla hesaplanır. (Hosseini N.M., 1976)

Tüm devrenin G_T 'si ;

$$G_T = \frac{(1 - |r_s|^2) \cdot \left| \frac{1}{A_{11}} \right|^2 \cdot (1 - |r_L|^2)}{\left| 1 - \frac{A_{21}}{A_{11}} r_s \right|^2 \cdot \left| 1 + \frac{A_{12}}{A_{11}} r_L \right|^2} \text{ 'dır.} \quad (9.3)$$

10. EMPEDANS UYUMSUZLUK FAKTÖRÜ

$$R_{in} = \frac{Z_S - Z_{in}^*}{Z_S - Z_{in}} \quad (10.1)$$

$$R_s = \frac{Z_{in} - Z_S^*}{Z_{in} - Z_S} \quad (10.2)$$

burada (Hammerstad E.O., 1975)

$$Z_S = Z_{out1} = Z_{01} \cdot \frac{1+r_{out}}{1-r_{out}} \quad (10.3)$$

$$\Gamma_{out} = s_{22} + \frac{s_{21}\Gamma_S s_{12}}{1-s_{11}\Gamma_S} \quad (10.4)$$

(3.38), (3.39), (3.40) ve (3.41)

formüllerinin yardımı ile ;

$$\Gamma_{out} = -\frac{A_{12}}{A_{11}} + \frac{(A_{22}A_{11} - A_{21}A_{12})\Gamma_S}{1 - \frac{A_{21}}{A_{11}}\Gamma_S} \quad (10.5)$$

Burada kullanılan [A] parametreleri 1. bloğun [A] parametreleridir.

$$\Gamma_{in} = s_{11} + \frac{s_{21}\Gamma_L s_{12}}{1-s_{22}\Gamma_L} \quad (10.6)$$

Yine [S]- [A] dönüşümü yardımı ile

$$Z_{in} = Z_{02} \cdot \frac{1+r_{in}}{1-r_{in}} \quad (10.7)$$

$$\Gamma_{in} = \frac{A_{21}}{A_{11}} + \frac{(A_{22}A_{11} - A_{21}A_{12})\Gamma_L}{1 + \frac{A_{12}}{A_{11}}\Gamma_L} \quad (10.8)$$

burada kullanılan [A] parametreleri 2. bloğun [A] parametreleridir.

$$M = \frac{4R_{in} \cdot R_s}{|Z_{in} + Z_s|^2} \quad (10.9)$$



11. PROGRAM SONUÇLARI

11.1 Bilgisayar Sonuçları ve Araştırmanın Yakın Geleceği

Bu çalışmada, T- ve Π - tipi devrelerin parametre tayininde MATLAB 5.2 "FMINS" Toolbox'u kullanılmıştır. "Performans Ölçüsü" ve "Sonlandırma" Fonksiyonları yaklaşımlarının sonuçları 6-25 ve 34-44 No'lu Grafik'lerde verilmiştir. Programların özellikleri ve sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- (1) Her iki kategori programında da üç ayrı grup optimizasyon vektörü için çalışan versiyonları yapılmıştır:
 - i) A-Tipi $\Leftrightarrow [l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, Z_0] \Rightarrow$ Toplam 7 değişken
 - ii) B-Tipi $\Leftrightarrow [l, Z_{01}, Z_{02}, Z_{03}, Z_{04}, Z_{05}, Z_{06}] \Rightarrow$ Toplam 7 değişken
 - iii) C-Tipi $\Leftrightarrow [l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, Z_{01}, Z_{02}, Z_{03}, Z_{04}, Z_{05}, Z_{06}] \Rightarrow$ Toplam 12 değişken
- (2) Kodlama
 - i) Performans Ölçü Fonksiyonlarını kullanan Programlar
 Tranzistör İsmi – Optimizasyon Vektör — Konfigürasyon Tipi
 NE02135C veya NE329S01 ----- Tip (A, B ya da C) ---- (T- veya Π -)
 - ii) Sonlandırma Fonksiyonlarını Kullanan Programlar
 Devre Tipi ----- Optimizasyon Vektör --- Konfigürasyon Tipi
 IMC veya OMC --- Tip (A, B ya da C) --- (T- veya Π -)
- (3) Transfer tipi fonksiyonları kullanan programlar, Kapı empedansı fonksiyonları kullananlara göre çok daha başarılı neticeler vermiştir. Her iki tip programın sonuçları uygulanabilir. Bu uygulama
 - i) Değişken uzunlukta (l_i) $i=1,..,6$ sabit kalınlıkta (Z_0)
 - ii) Değişken kalınlıkta (Z_{0i}) $i= 1,..,6$, sabit uzunlukta (l)
 - iii) Değişken uzunluk (l_i) ve kalınlıkta (Z_{0i}) $i= 1,..,6$ transmisyon hat parçaları gerçekleştirilmesi biçimindedir.

- (4) Bu tezde 2 tip mikrodalga tranzistör üzerinde çalışılmıştır. Bunlar (i) NE02135C ve (ii) NE329S01'dir.

NE02135C $I_C=5$ mA ve $V_{CE}=10$ V olarak kutuplanmıştır. Önce, NE02135C'nin Potansiyel Performans Karakteristikleri elde edildi; bu bağlamda Grafik 3'de $V_i=1.5$; $F=2$; 2.1; 2.2; 2.6; 2.7; 3.4; 4.1; 4.5 dB koşullarında, elde edilebilecek maksimum kararlı kazanç G_{Tmax} 'ın frekansla değişimleri verilmektedir. Bu karakteristiklerden, tespit edilen F_{req} , V_{ireq} koşullarında bir $G_{Tmin} < G_T \leq G_{Tmax}$ -f bandı tayin edilip, mikrodalga kuvvetlendiricisi tasarımında kullanılabilir. Bu tranzistör için $G_{Tmin}(\omega) = 0$ dB'dir, aksi takdirde G_{Tmin} -f değişimi de, Performans Karakterizasyonundan tayin edilebilir.

Sonuç olarak, "Performans Karakterizasyonu" kullanılarak "Devre Optimizasyonu" prosesine referans olarak, kullanılan tranzistörün başarabildiği bir uyumlu üçlü $F_{ref}(\omega_i), V_{iref}(\omega_i), G_{Tref}(\omega_i)$ ya da karşılığı sonlandırma $Z_{Sref}(\omega_i); Z_{Lref}(\omega_i)$ $i=1, \dots, N$ fonksiyonları verilebilir. Bu fonksiyonları gerçekleştirebilmek "Optimizasyon Yöntemine" yöntemde kullanılan Data Proses Etme Yaklaşımı ve Uydurma Devrelerinin yapısı ve elemanlarına bağlıdır. Burada vurgulanması gereken şudur: talep edilen her üç fonksiyon da "Fiziksel Gerçeklenebilir"dir:

$$F_{req}(\omega) \geq F_{min}(\omega_i) ; i=1, \dots, N \quad (11.1)$$

$$V_{ireq} \geq 1 ; i=1, \dots, N \quad (11.2)$$

$$G_{Tmin} \leq G_T(\omega_i) \leq G_{Tmax} ; i=1, \dots, N \quad (11.3)$$

$$\text{Re}\{Z_S(\omega_i)\} > 0 ; \text{Re}\{Z_L(\omega_i)\} > 0 ; i=1, \dots, N \quad (11.4)$$

öyle ki,

$$\text{Re}\{Z_{in}(\omega_i)\} > 0 ; \text{Re}\{Z_{out}(\omega_i)\} > 0 ; i=1, \dots, N \quad (11.5)$$

sağlanmaktadır.

NE02135C tranzistörü için "Performans Karakteristikleri" kullanılarak talep edilen $F(\omega_i) = 2.1dB$; $V_i(\omega_i) = 1.5$; $G_T(\omega_i) = 10dB$; $i=1, \dots, N$ performans fonksiyonları, eşzamanlı olarak optimizasyon prosesine "Girdi" olarak verilmiştir ve A, B, C tipindeki programlar T ve II tipli uydurma devresi konfigürasyonları için çalıştırılmıştır. Programlarda "Sınırlamasız Eğim İzleme" "Data Proses" tipi kullanılmıştır, ki başlangıç koşullarını gerektirir. Bununla beraber sonuçlar minimum

ve maksimumu belirlenen bir aralıkta optimize edilen Genetik Tip Data Proses sonuçlarıyla karşılaştırılmış ve genellikle daha başarılı neticeler elde edilmiştir.

Madem ki, kayıpsız ve resiprok uydurma devrelerinin giriş ve çıkış kapılarında P_{avs} , $P_L=P_{in}$ ve V_i değişmez ve bu devreler gürültüsüzdür; o halde tek tranzistörlü kuvvetlendiricilerde $F(\omega_i)$; $V_i(\omega_i)$; $G_T(\omega_i)$; $i=1\dots,N$ çalışma frekans bandı boyunca tamamen tranzistörün kendisi tarafından tayin edilir. Diğer bir ifade ile referans $F_{req}(\omega_i)$; $V_{i,req}(\omega_i)$; $G_{T,req}(\omega_i)$; $i=1\dots,N$ üçlüsü, tranzistör için belirlenen çalışma parametrelerinde nonlinear performans (2.4), (2.5) ve (2.6) denklemlerinin “eşzamanlı” ve “fiziksel” çözümü olmaktadır. Buna karşın optimizasyon prosesi sonucunda bulunan değerler aynı denklem takımının aynı koşullarda “yaklaşık” çözümü olmaktadır. Sonuçlar Grafik 6-11 ve Grafik 14-25’te verilmiştir.

Benzer şekilde NE329S01 tranzistörlü kuvvetlendiricisi de $I_c=10$ mA, $V_{CE}=2$ V kutuplama koşullarında ve $F(\omega_i)=0.46dB$; $V_i(\omega_i)=1.0$; $G_T(\omega_i)=8dB$; ve $G_T(\omega_i)=12dB$; $i=1\dots,N$ referans değerleri için hem Performans ölçü fonksiyonları hem de sonlandırma fonksiyonları optimize edilerek tasarlanmıştır. Sonuçlar Grafik12, 13 ve Grafik 34-44’de verilmiştir.

Son olarak, bu çalışmadaki orijinallikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1- İlk olarak mikrodalga kuvvetlendiricisi tasarımında Aktif Eleman Performans Karakterizasyonu kullanılmıştır ki bu, tasarımcıya proses esnasında
 - i) Performans Ölçüsü $F(\omega_i), V_i(\omega_i), G_T(\omega_i)$ fonksiyonlarının eş-zamanlı olarak optimize edilmesini;
 - ii) Operasyon domeninde $F(\omega_i), V_i(\omega_i), G_T(\omega_i)$ fonksiyonlarının limitlerinin hesaba katılmasını temin eder.
- 2- Tasarım Prosesi ‘Sistem Yaklaşımı’ ile ele alınmıştır. Şöyle ki,
 - i) Kuvvetlendirici iki-kapılıların konfigürasyonu olarak modellenmiştir;
 - ii) Her bir iki-kapılı, $F(\omega_i), V_i(\omega_i), G_T(\omega_i)$ fonksiyonları ile karakterize edilmiş ve bu üç performans ölçüsü fonksiyonu $G_T(\omega)$ temelinde ilişkilendirilmiştir;
 - iii) Referans fonksiyonları, optimizasyon elemanlarının pratik değerleri domeninde gerçekleştirilmiştir.

Yakın gelecekte bu çalışmadaki fonksiyonlar için daha kısa zamanda deterministik bir optimizasyonu sonuçları alabilmek için analitik Gradyent fonksiyonlarının kullanılması üzerinde çalışılmaktadır.

KAYNAKLAR

Emery F.E., Hagan M.O., (1966) ‘ Optimal design of matching networks for microwave transistor amplifiers’ IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol. MIT-14, pp 696-698

Güneş F., Güneş M., Fidan M, (1994) “ Performance Characterization of a Microwave Transistor”, IEEE Proc. Circuits Devices System, Vol. 141, No: 5,

Güneş F., Çetiner B.A.,(1998) “Smith Chart Formulation of Performance Characterization for a Microwave Transistor”, IEEE Proc. Circuits Devices Syst. Vol. 145, No: 6,

Güneş F., Cengiz Y., Günel T., (2001) “ A Genetic Data Processing Applied to Design of Microwave Amplifiers with the Optimum Performance”, accepted to be presented in Sixteenth International Symposium on Computer and Information Sciences (ISCIS XVI) Antalya, Turkey

Güneş M., (1980) “ The Design of Low Noise Microwave Transistor Amplifiers”, Ph. D. Thesis Submitted to the University of Bradford, England,

Hammerstad E.O., (1975) ‘Equations for microstrip circuit design’, Proc. European Microwave Conf., Germany, pp. 268-272

Haus H.A., Adler R.B., (1959) ‘Optimum Noise Performance of Linear Amplifiers’, Proc. IRE, Vol. 46, pp. 1517-1533

Hosseini N.M., Shurmer V.H., Soars R.A., (1976) ‘Optimal – A Program for optimizing microstrip networks’, Electronics Letters, Vol. 12 No. 8, pp. 190-192

Houston T.W., Read L.W., (1969)‘ Computer aided design of broadband and low noise microwave amplifiers’, IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol. MIT-17, pp. 612-614

Tepe C., (2000) ‘Mikrodalga Tranzistörün Yapay Sinir Ağı ile Performans Analizi ve Modellenmesi’, Doktora Tezi, FBE, Yıldız Teknik Üniversitesi

Trick T.N., Vlach J., (1970) ‘Computer aided design of Broadband amplifiers with Complex Load’, IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol. MIT-18, pp. 541-547

EKLER

- Ek 1. NE02135C tranzistörü ile çalışıldığında ortaya çıkan sonuçlar
- Ek 1.1 NE02135CAT uydurma devresinin 6 adet l uzunluğu ve ortak Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere 7 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu
- Ek 1.2 NE02135CBT uydurma devresi 1 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere toplam 7 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu
- Ek 1.3 NE02135CCT uydurma devresi 6 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere toplam 12 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu
- Ek 1.4 NE02135CAII 6 adet l uzunluğu ve ortak Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere 7 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu
- Ek 1.5 NE02135CBII uydurma devresi 1 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere toplam 7 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu
- Ek 1.6 NE02135CCII uydurma devresi 6 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere toplam 12 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu
- Ek 2 NE329S01 Tranzistörüyle çalışıldığında ortaya çıkan sonuçlar
- Ek 2.1 NE329S01AT uydurma devresi 6 adet l uzunluğu ve ortak Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere 7 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu
- Ek 2.2 NE329S01CT uydurma devresi 6 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 empedansı olmak üzere toplam 12 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu
- Ek 2.3 NE02135CAT Sonuçların Genetik Program sonucuyla karşılaştırılması
- Ek 2.4 NE02135CBT Sonuçların Genetik Program sonucuyla karşılaştırılması
- Ek 2.5 NE02135CCT Sonuçların Genetik Program sonucuyla karşılaştırılması
- Ek 2.6 NE02135CCII Sonuçların Genetik Program sonucuyla karşılaştırılması
- Ek 3. OMC için Real (Z_{Lreq}) ve Imag (Z_{Lreq}) başlangıç değerleri [$G_{Tmax}=12$ dB]
- Ek 4. OMC için Real (Z_{Lreq}) ve Imag (Z_{Lreq}) başlangıç değerleri [$G_{Tmax}=8$ dB]
- Ek 5. IMC için Real (Z_{sreq}) ve Imag (Z_{sreq}) başlangıç değerleri [$G_{Tmax}=12$ dB]
- Ek 6. IMC için Real (Z_{sreq}) ve Imag (Z_{sreq}) başlangıç değerleri [$G_{Tmax}=8$ dB]

- Ek 7. NE329S01 tranzistörüyle çalışıldığı zaman $[F_{req}, V_{req}, G_{Treq}] = [0,46 \text{ dB}, 1, 8 \text{ dB}]$ IMC devresine karşılık düşen sonuçlar
- Ek 7.1. IMCAT uydurma devresinin 3 adet l uzunluğu ve ortak Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Mutlak Hata Fonksiyonu Kullanıldı)
- Ek 7.2. IMCCT_Zs uydurma devresinin 3 adet l uzunlukları ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Mutlak Hata Fonksiyonu Kullanıldı)
- Ek 7.3. IMCCT_Zc uydurma devresinin 3 adet l değişkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Z_c 'ye Göreceli Hata Fonksiyonu Kullanıldı)
- Ek 7.4. IMCCT_Zd uydurma devresinin 3 adet l değişkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Z_d 'ye Göreceli Hata Fonksiyonu Kullanıldı)
- Ek 7.5. IMCCT_W uydurma devresinin 3 adet l değişkenleri, 3 adet Z_0 karakteristik empedansı ve 2 adet W ağırlık katsayıları kullanılan programın sonucu
- Ek 8. NE329S01 tranzistörüyle çalışıldığı zaman $[F_{req}, V_{req}, G_{Treq}] = [0,46 \text{ dB}, 1, 8 \text{ dB}]$ OMC devresine karşılık düşen sonuçlar
- Ek 8.1. OMCCT_Zl uydurma devresinin 3 adet l değişkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Mutlak Hata Fonksiyonu Kullanıldı)
- Ek 8.2. OMCCT_Zc uydurma devresinin 3 adet l değişkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Z_c 'ye Göreceli Hata Fonksiyonu Kullanıldı)
- Ek 8.3. OMCCT_Zd uydurma devresinin 3 adet l değişkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Z_d 'ye Göreceli Hata Fonksiyonu Kullanıldı)
- Ek 8.4. OMCCT_W uydurma devresinin 3 adet l değişkenleri, 3 adet Z_0 karakteristik empedansı ve 2 adet W ağırlık katsayıları kullanılan programın sonucu
- Ek 8.5. NE329S01 tranzistörüyle çalışıldığı zaman $[F_{req}, V_{req}, G_{Treq}] = [0,46 \text{ dB}, 1, 12 \text{ dB}]$ IMC devresine karşılık düşen sonuçlar
- Ek 8.5.1. IMCCT_Zs uydurma devresinin 3 adet l değişkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Mutlak Hata Fonksiyonu Kullanıldı)
- Ek 8.5.2. OMCCT_Zl uydurma devresinin 3 adet l değişkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Mutlak Hata Fonksiyonu Kullanıldı)
- Ek 9. MATLAB PROGRAMLARI

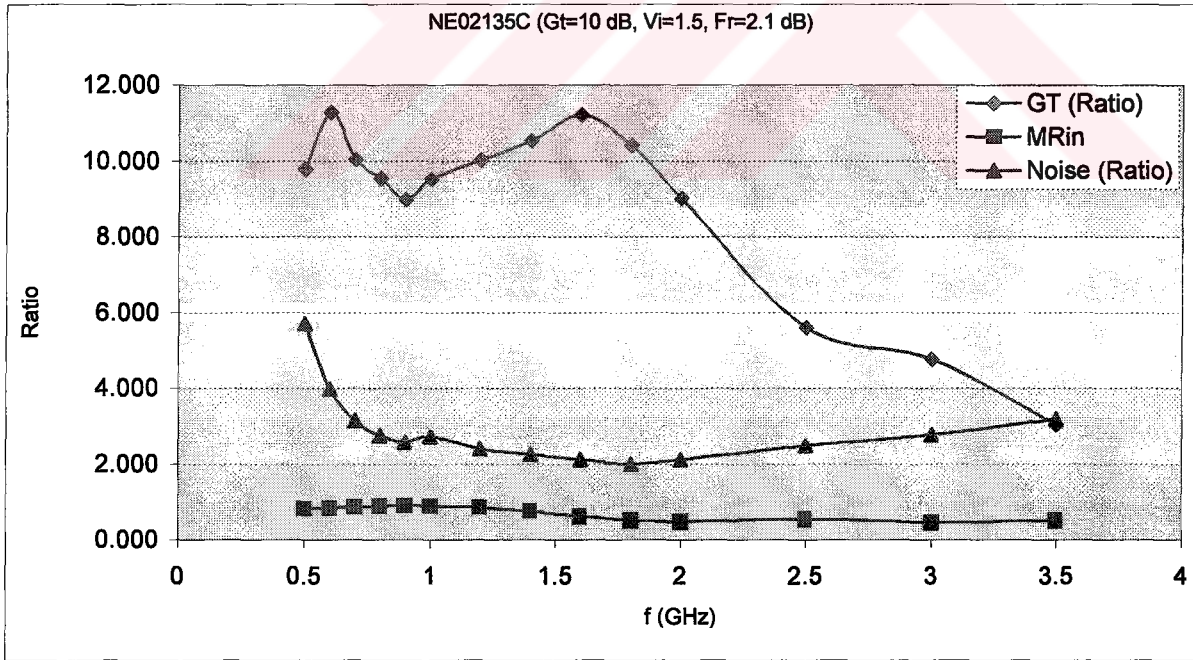
Ek 1. NE02135C tranzistörü ile çalışıldığında ortaya çıkan sonuçlar

Ek 1.1 NE02135CAT uydurma devresinin 6 adet l uzunluğu ve ortak Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere 7 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu

Başlangıç Koşullar $L= 2.5; 3; 2; 3.2; 3.7; 2.8$ ve karakteristik empedans $Z_0=50 \Omega$

f (GHz)	GT (Ratio)	MRin	Noise (Ratio)
0.5	9.5169	0.816	5.698
0.6	11.291	0.827	3.981
0.7	10.048	0.876	3.148
0.8	9.547	0.888	2.757
0.9	8.986	0.901	2.573
1	9.536	0.889	2.715
1.2	10.034	0.853	2.397
1.4	10.528	0.748	2.244
1.6	11.212	0.617	2.106
1.8	10.423	0.511	1.998
2	9.017	0.479	2.118
2.5	5.599	0.541	2.493
3	4.763	0.468	2.782
3.5	3.048	0.511	3.186

Z (Ω)		In = 50		Res = 29,3242		F		29.588
L	In	2.5	3	2	3.2	3.7	2.8	
(cm)	Res	3.207	3.235	4.410	0.719	2.153	7.565	



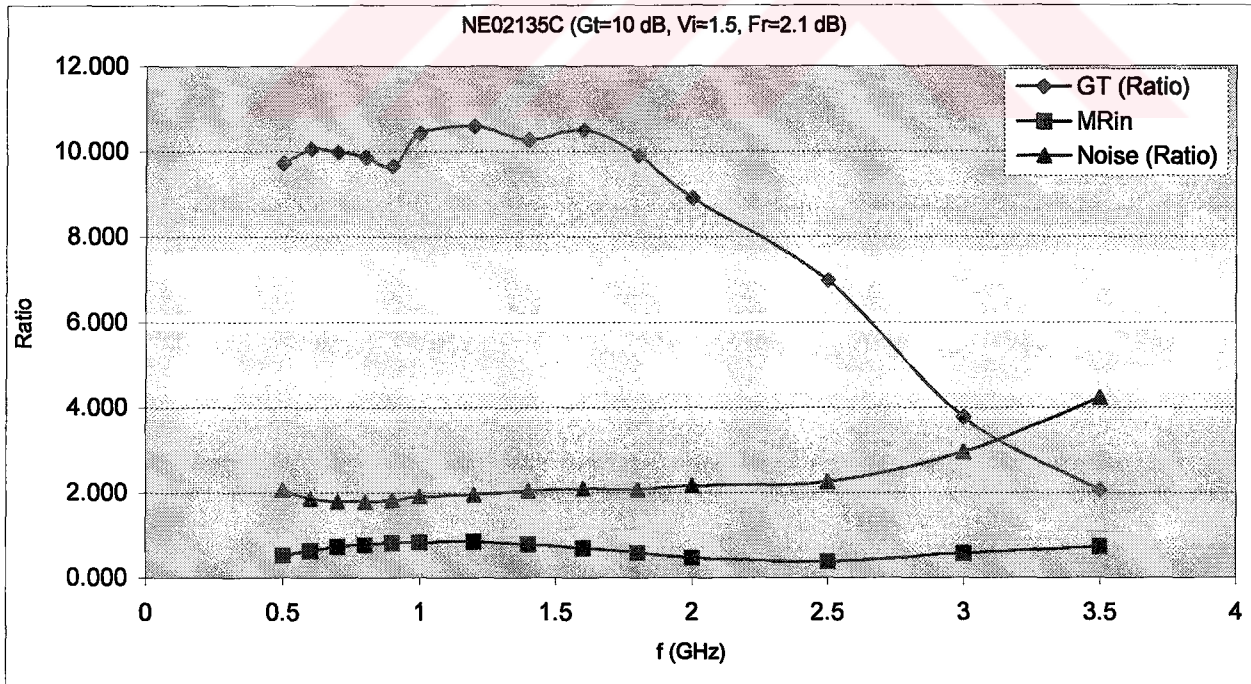
Şekil 1. NE02135CA uydurma devresi- 6 adet l uzunlukları ve ortak Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin Kazanç, Gürültü ve VSWR sonuçları

Ek 1.2 NE02135CBT uydurma devresi 1 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere toplam 7 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu

Başlangıç Koşullar $L=2.5$ ve karakteristik empedans $Z_0=50; 50; 50; 50; 50; 50 \Omega$

f (GHz)	GT (Ratio)	MRin	Noise (Ratio)
0.5	9.735	0.523	2.063
0.6	10.067	0.634	1.863
0.7	9.994	0.733	1.793
0.8	9.872	0.771	1.787
0.9	9.654	0.815	1.816
1	10.432	0.831	1.912
1.2	10.597	0.851	1.948
1.4	10.281	0.785	2.036
1.6	10.498	0.696	2.093
1.8	9.912	0.593	2.068
2	8.916	0.462	2.166
2.5	6.975	0.378	2.261
3	3.771	0.572	2.946
3.5	2.063	0.721	4.215

L (cm)	In = 2.5	Res = 2.2748	F	29.5			
Z (Ω)	In	50	50	50	50	50	50
Res	49.86	83.34	34.48	34.92	24.19	38.32	



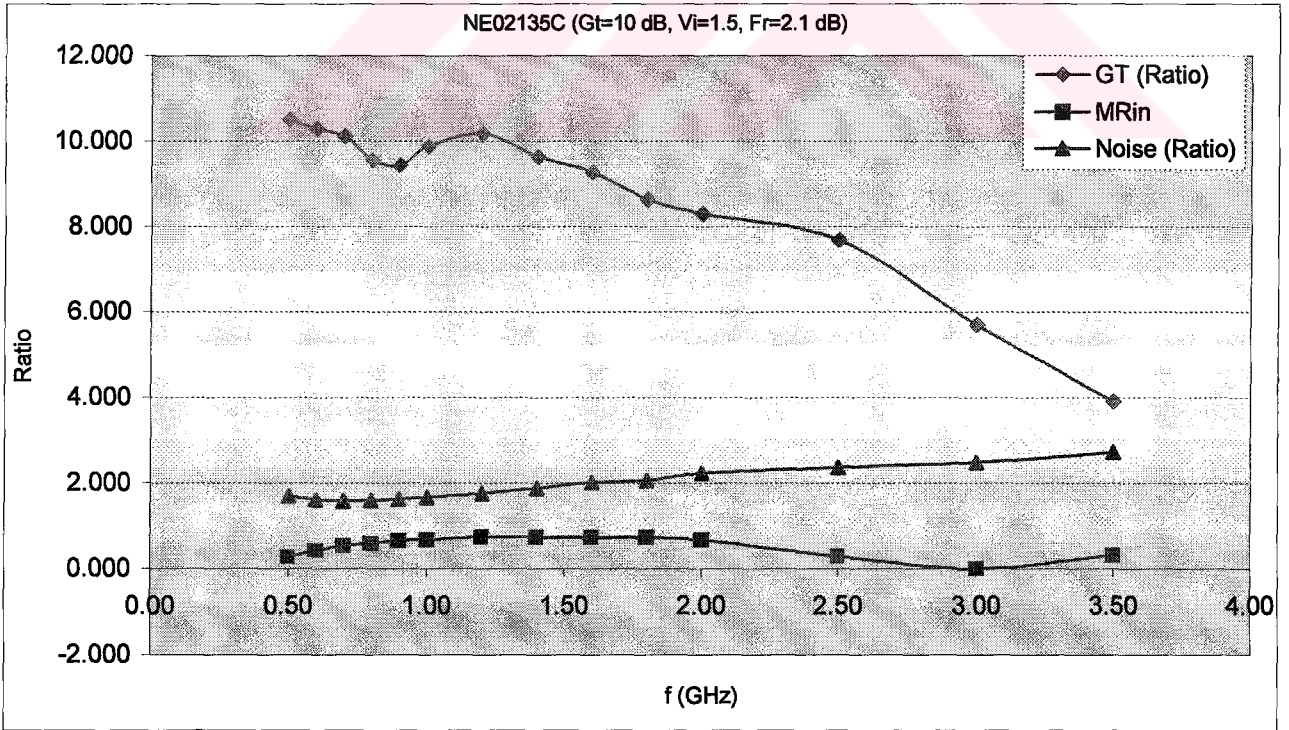
Şekil 2. NE02135CB uydurma devresi- 1 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin Kazanç, Gürültü ve VSWR sonuçları

Ek 1.3 NE02135CCT uydurma devresi 6 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere toplam 12 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu

Başlangıç Koşullar $L= 2.5; 3; 2; 3.2; 3.7; 2.8$ ve karakteristik empedans $Z_0=50; 50; 50; 50; 50; 50 \Omega$

f (GHz)	GT (Ratio)	MRin	Noise (Ratio)
0.50	10.517	0.277	1.702
0.60	10.280	0.421	1.608
0.70	10.116	0.543	1.581
0.80	9.561	0.593	1.591
0.90	9.446	0.662	1.618
1.00	9.881	0.683	1.666
1.20	10.182	0.747	1.752
1.40	9.641	0.738	1.882
1.60	9.285	0.734	2.012
1.80	8.639	0.731	2.062
2.00	8.305	0.681	2.228
2.50	7.685	0.285	2.355
3.00	5.702	0.001	2.482
3.50	3.905	0.314	2.721

		F					
		28.566					
L (cm)	In	2.5	3	2	3.2	3.7	2.8
	Res	0.208	2.79	0.357	0.42	3.04	3.27
Z (Ω)	In	50	50	50	50	50	50
	Res	38.39	106.7	7.34	141.4	23.6	58.17



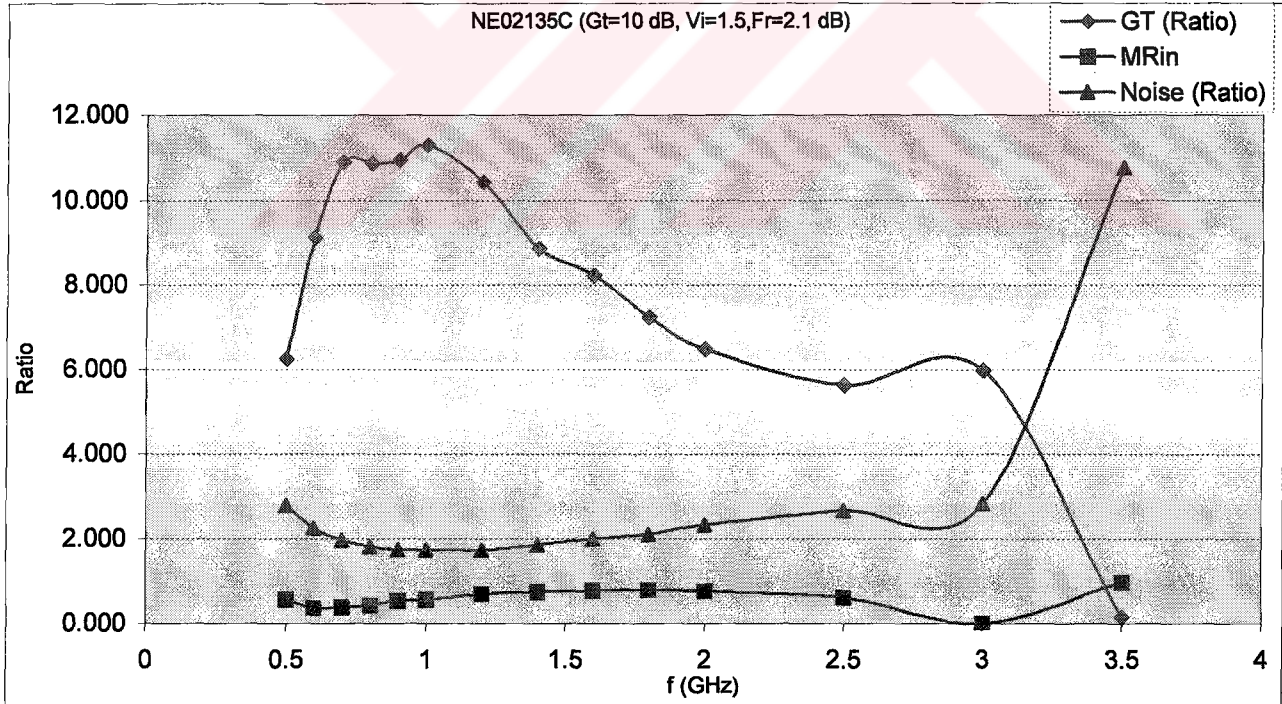
Şekil 3. NE02135CC uydurma devresi- 6 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin Kazanç, Gürültü ve VSWR sonuçları

Ek 1.4 NE02135CAII 6 adet l uzunluğu ve ortak Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere 7 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu

Başlangıç Koşullar $L=2.5; 3; 2; 3.2; 3.7; 2.8$ ve karakteristik empedans $Z_0=50 \Omega$

f (GHz)	GT (Ratio)	MRin	Noise (Ratio)
0.5	6.258	0.558	2.787
0.6	9.120	0.372	2.258
0.7	10.904	0.377	1.966
0.8	10.870	0.433	1.812
0.9	10.948	0.536	1.733
1	11.305	0.561	1.741
1.2	10.433	0.693	1.739
1.4	8.869	0.740	1.857
1.6	8.234	0.769	1.987
1.8	7.241	0.786	2.103
2	6.486	0.761	2.325
2.5	5.635	0.613	2.666
3	5.981	0.000	2.823
3.5	0.149	0.973	10.773

Z (Ω)		In = 50		Res = 29,3242		F		29.588
L (cm)	In	2.5	3	2	3.2	3.7	2.8	
	Res	3.207	3.235	4.410	0.719	2.153	7.565	



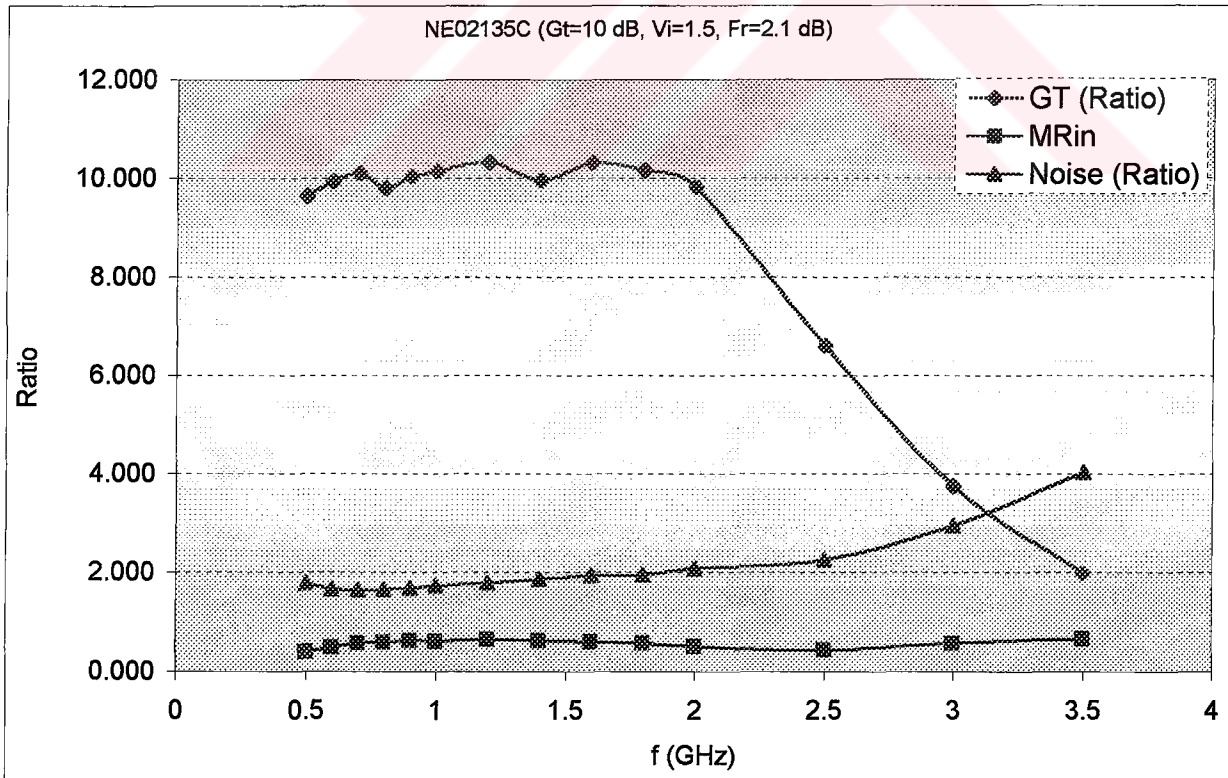
Şekil 4. NE02135CA uydurma devresi- 6 adet l uzunlukları ve ortak Z_0 karakteristik empedanslı II devresine ilişkin Kazanç, Gürültü ve VSWR sonuçları

Ek 1.5 NE02135CBII uydurma devresi 1 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere toplam 7 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu

Başlangıç Koşullar $L=2.5$ ve karakteristik empedans $Z_0=50; 50; 50; 50; 50; 50 \Omega$

f (GHz)	GT (Ratio)	MRin	Noise (Ratio)
0.5	9.641	0.402	1.772
0.6	9.937	0.482	1.664
0.7	10.108	0.569	1.633
0.8	9.802	0.592	1.642
0.9	10.034	0.632	1.667
1	10.148	0.619	1.723
1.2	10.321	0.641	1.776
1.4	9.963	0.623	1.862
1.6	10.318	0.603	1.937
1.8	10.154	0.570	1.942
2	9.817	0.515	2.080
2.5	6.602	0.433	2.253
3	3.749	0.576	2.943
3.5	1.983	0.662	4.027

L (cm)	In = 2.5	Res = 8.9838	F	29.4017			
Z (Ω)	In	50	50	50	50	50	50
Res	187.2	33.94	313.2	30.92	45.86	616.26	



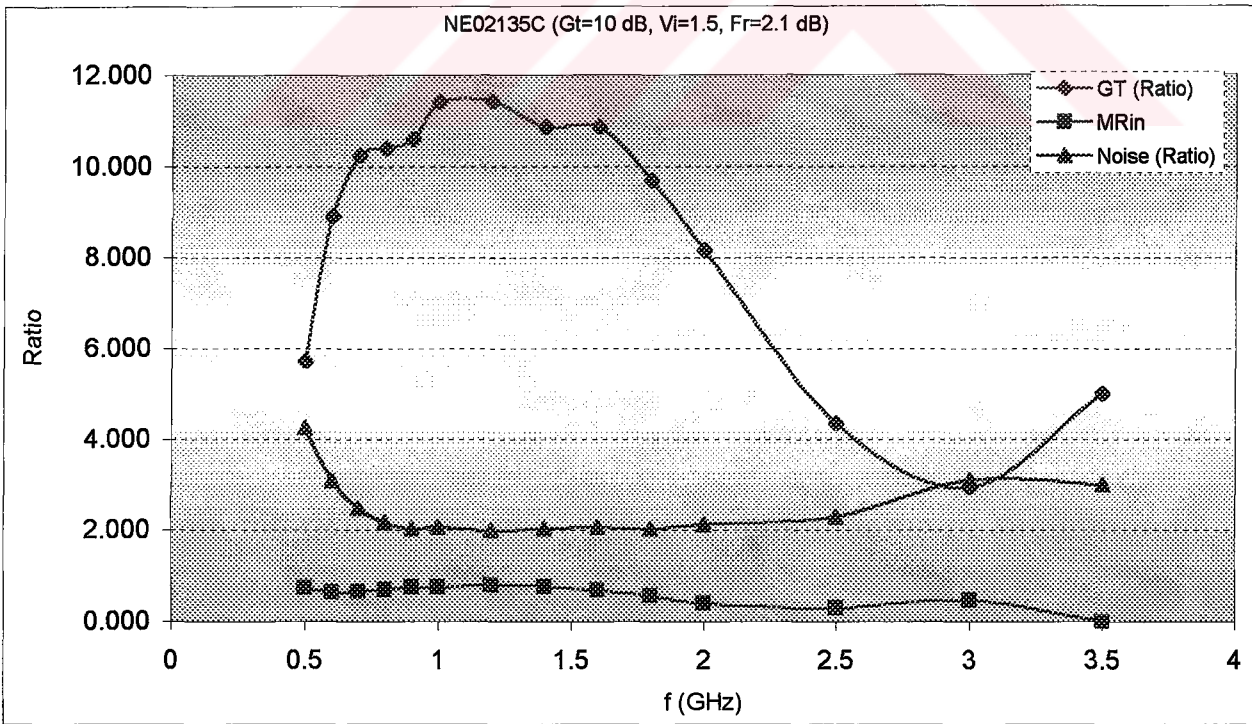
Şekil 5. NE02135CB uydurma devresi- 1 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedanslı Π devresine ilişkin Kazanç, Gürültü ve VSWR sonuçları

Ek 1.6 NE02135CCII uydurma devresi 6 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere toplam 12 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu

Başlangıç Koşullar $L= 2.5; 3; 2; 3.2; 3.7; 2.8$ ve karakteristik empedans $Z_0=50; 50; 50; 50; 50; 50 \Omega$

f (GHz)	GT (Ratio)	MRin	Noise (Ratio)
0.5	5.716	0.736	4.244
0.6	8.906	0.635	3.093
0.7	10.230	0.668	2.486
0.8	10.392	0.695	2.177
0.9	10.600	0.746	2.027
1	11.410	0.749	2.075
1.2	11.417	0.793	1.986
1.4	10.861	0.760	2.040
1.6	10.861	0.680	2.069
1.8	9.705	0.560	2.040
2	8.156	0.397	2.133
2.5	4.347	0.300	2.306
3	2.958	0.471	3.106
3.5	5.011	0.000	3.007

F		29.1747					
L (cm)	In	2.5	3	2	3.2	3.7	2.8
	Res	3.427	2.461	3.816	3.408	1.712	3.47
Z (Ω)	In	50	50	50	50	50	50
	Res	57.72	38.24	70.35	52.59	30.42	38.65



Şekil 6. NE02135CC uydurma devresi- 6 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedanslı Π devresine ilişkin Kazanç, Gürültü ve VSWR sonuçları

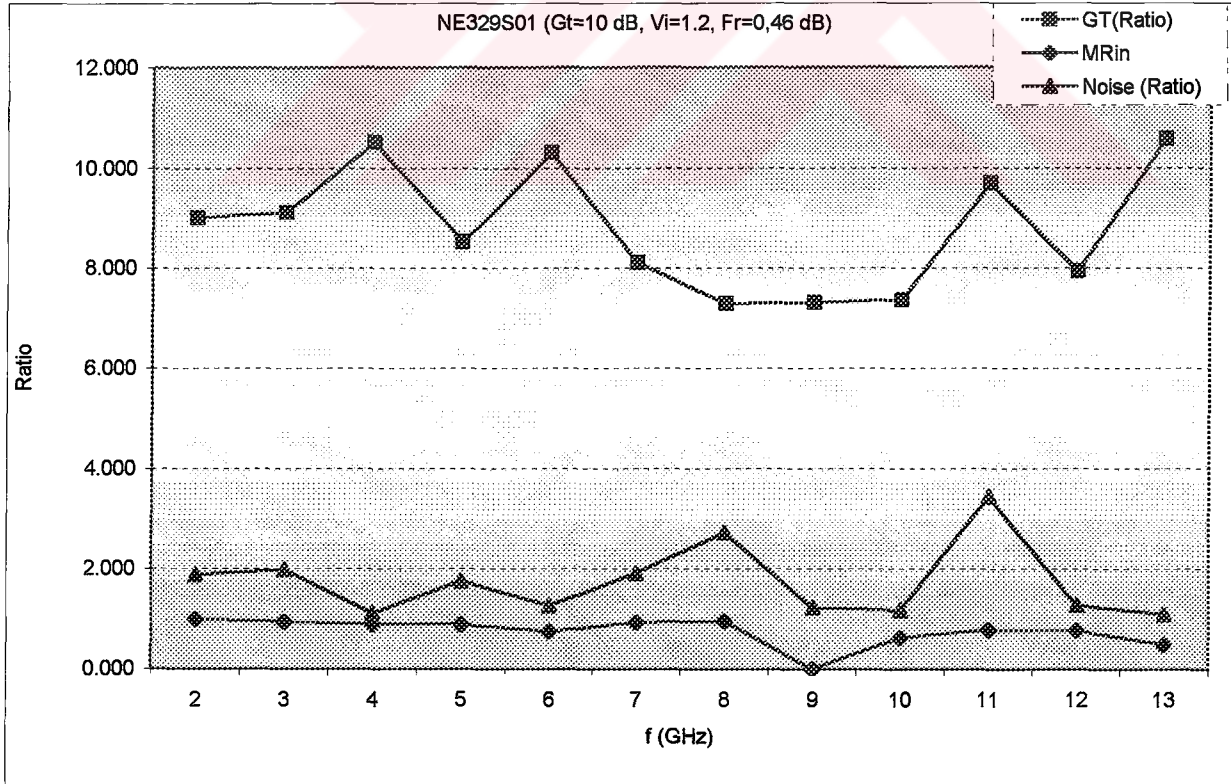
Ek 2 NE329S01 Tranzistörüyle çalışıldığında ortaya çıkan sonuçlar

Ek 2.1 NE329S01AT uydurma devresi 6 adet l uzunluğu ve ortak Z_0 karakteristik empedansı olmak üzere 7 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu

Başlangıç Koşullar $L= 2.5; 3; 2; 3.2; 3.7; 2.8$ ve karakteristik empedans $Z_0=50 \Omega$

f (GHz)	GT(Ratio)	MRin	Noise (Ratio)
2	9.010	0.985	1.880
3	9.111	0.942	1.973
4	10.516	0.881	1.109
5	8.520	0.889	1.764
6	10.303	0.741	1.254
7	8.108	0.924	1.913
8	7.290	0.947	2.728
9	7.316	0.000	1.225
10	7.358	0.635	1.171
11	9.686	0.787	3.443
12	7.936	0.768	1.277
13	10.577	0.488	1.091

Z (Ω)	In = 50	Res = 34,3451	F	25.566			
L (cm)	In	2.5	3	2	3.2	3.7	2.8
	Res	2.678	3.971	1.483	4.096	3.215	2.125



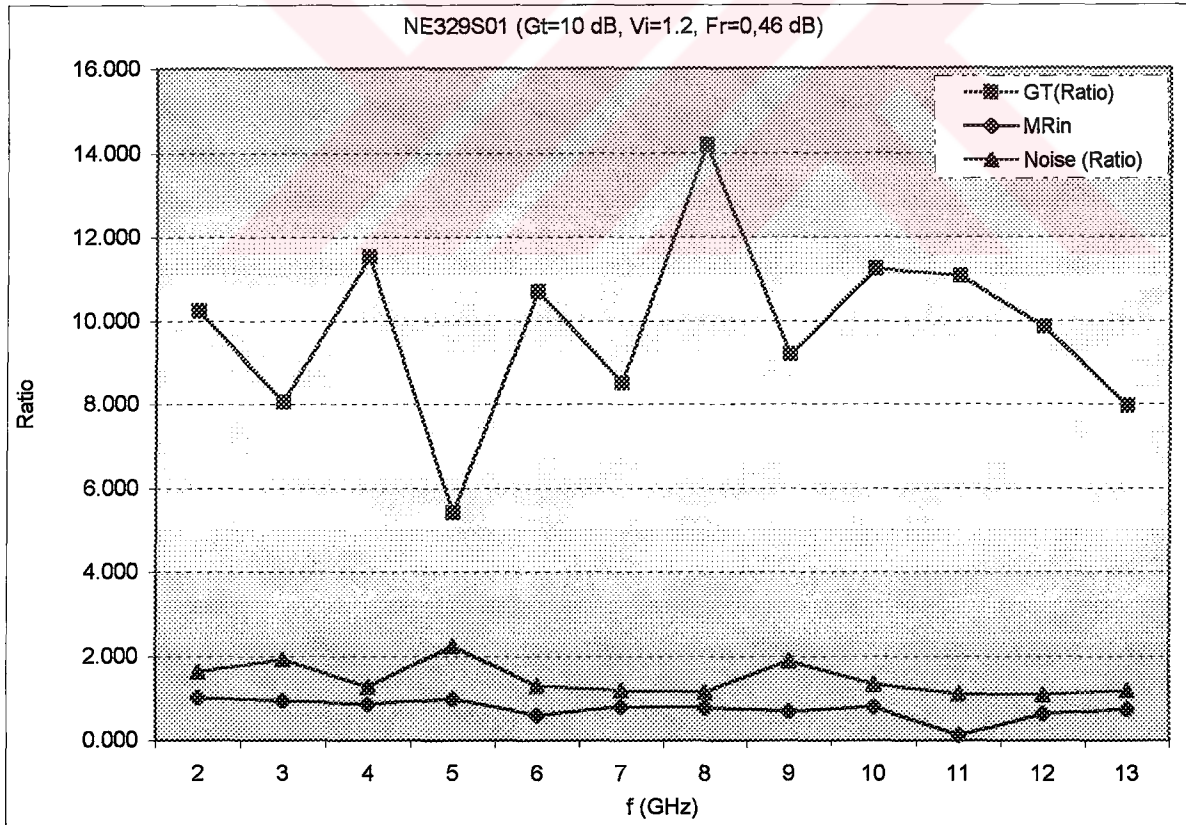
Şekil 7. NE329S01 uydurma devresi- 6 adet l uzunlukları ve ortak Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin Kazanç, Gürültü ve VSWR sonuçları

Ek 2.2 NE329S01CT uydurma devresi 6 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 empedansı olmak üzere toplam 12 optimize edilecek değişkenleri kullanan programın sonucu

Başlangıç Koşullar $L= 2.5; 3; 2; 3.2; 3.7; 2.8$ ve karakteristik empedans $Z_0=50; 50; 50; 50; 50; 50 \Omega$

f (GHz)	GT(Ratio)	MRin	Noise (Ratio)
2	10.233	1.004	1.630
3	8.049	0.939	1.918
4	11.525	0.863	1.269
5	5.412	0.978	2.239
6	10.692	0.597	1.280
7	8.511	0.793	1.184
8	14.193	0.783	1.143
9	9.194	0.688	1.882
10	11.228	0.790	1.336
11	11.060	0.124	1.104
12	9.861	0.630	1.091
13	7.955	0.730	1.176

F		25.342					
L (cm)	In	2.5	3	2	3.2	3.7	2.8
	Res	2.54	3.27	2.18	3.657	2.624	1.817
Z (Ω)	In	50	50	50	50	50	50
	Res	59.9	119	38.1	24.76	70.98	19.83

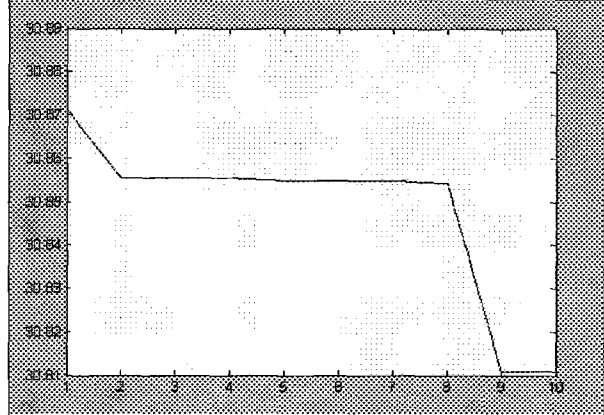


Şekil 8. NE329S01 uydurma devresi- 6 adet l değişkeni ve 6 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin Kazanç, Gürültü ve VSWR sonuçları

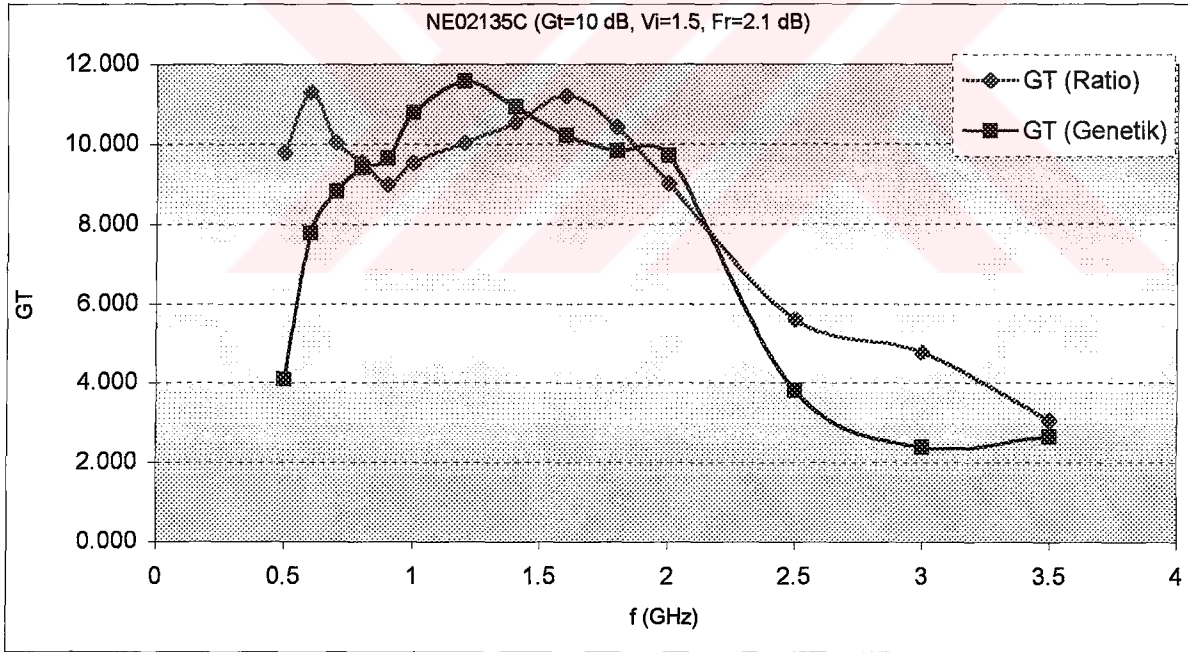
Ek 2.3 NE02135CAT Sonuçların Genetik Program sonucuyla karşılaştırılması

Başlangıç Koşullar $L= 2.5; 3; 2; 3.2; 3.7; 2.8$ ve karakteristik empedans $Z_0=50 \Omega$

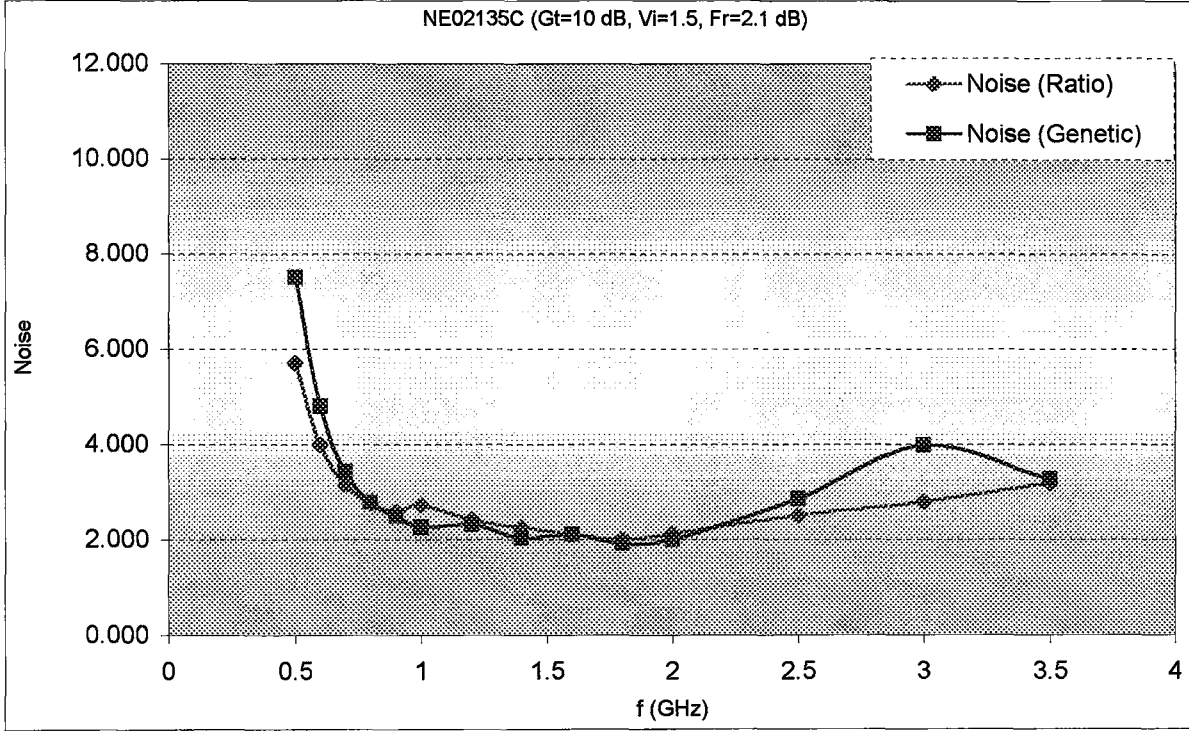
f (GHz)	GT(Ratio)	MRin	Noise (Ratio)
0,5	4,0848	0,8519	7,5906
0,6	7,7714	0,7952	4,7989
0,7	8,8265	0,8476	3,4201
0,8	9,3956	0,8756	2,773
0,9	9,6315	0,8994	2,4886
1	10,7671	0,8894	2,584
1,2	11,5755	0,8065	2,3403
1,4	10,9195	0,6136	2,2393
1,6	10,2139	0,4312	2,1081
1,8	9,8121	0,2084	1,9088
2	9,7067	0,159	1,9936
2,5	3,8506	0,7347	2,8478
3	2,388	0,7052	3,9958
3,5	2,6455	0,2137	3,2595



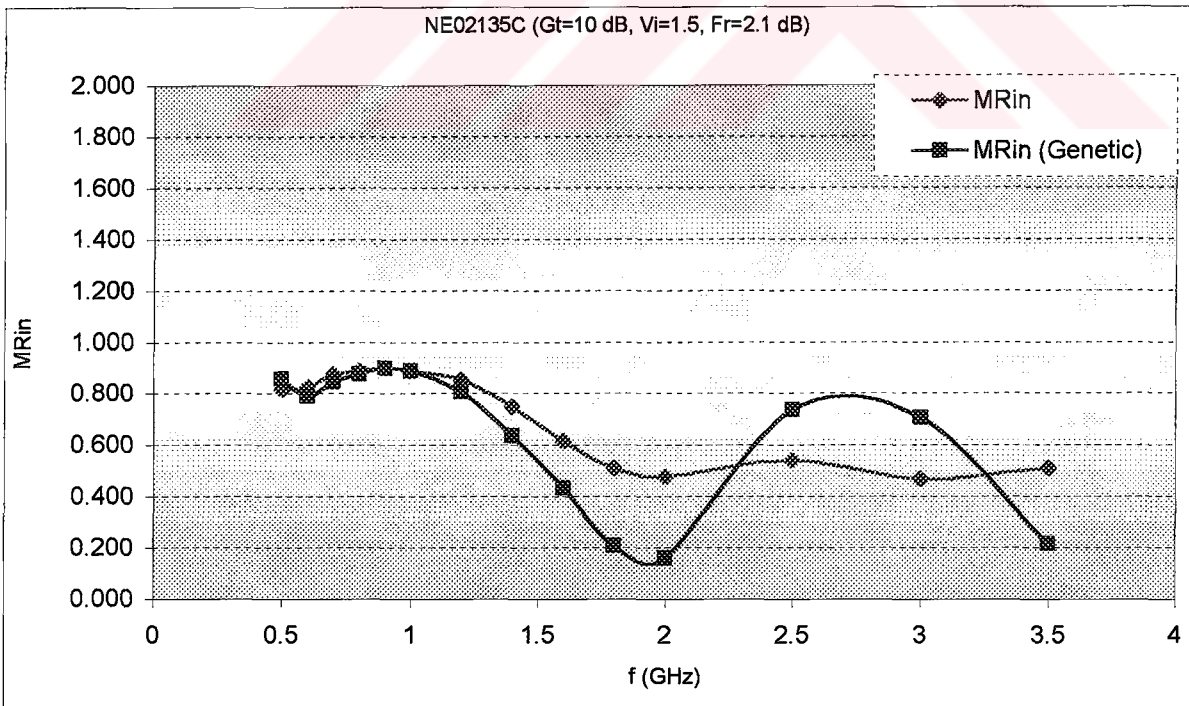
Şema 1. İterasyon sayısına göre F Hata ifadesinin değişimi



Şekil 9. NE02135CA uydurma devresi- 6 adet l uzunlukları ve ortak Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin Kazanç sonuçlarının Genetik sonuçlarla karşılaştırılması



Şekil 10. NE02135CA uydurma devresi- 6 adet l uzunluğu ve ortak Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin Gürültü sonuçlarının Genetik sonuçlarla karşılaştırılması

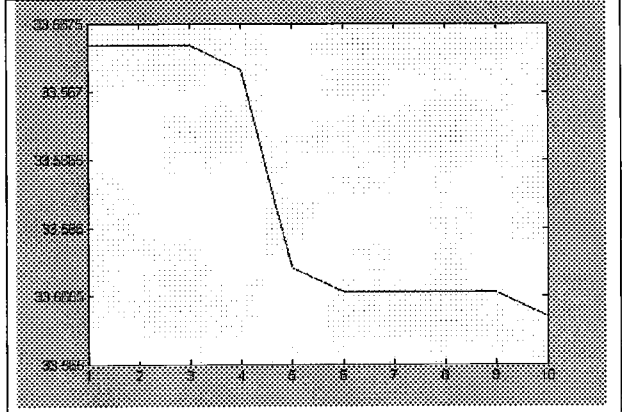


Şekil 11. NE02135CA uydurma devresi- 6 adet l uzunluğu ve ortak Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin VSWR sonuçlarının Genetik sonuçlarla karşılaştırılması

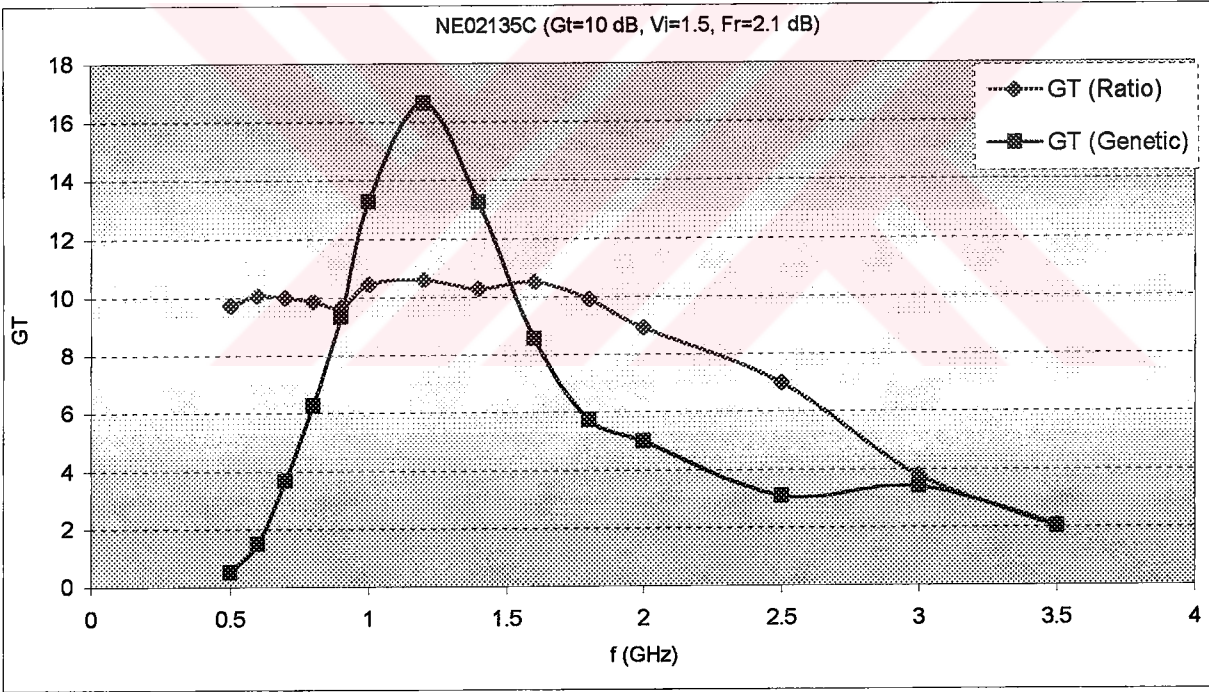
Ek 2.4 NE02135CBT Sonuçların Genetik Program sonucuyla karşılaştırılması

Başlangıç Koşullar $L=2.5$ ve karakteristik empedans olarak $Z_0=50; 50;50,50;50;50 \Omega$

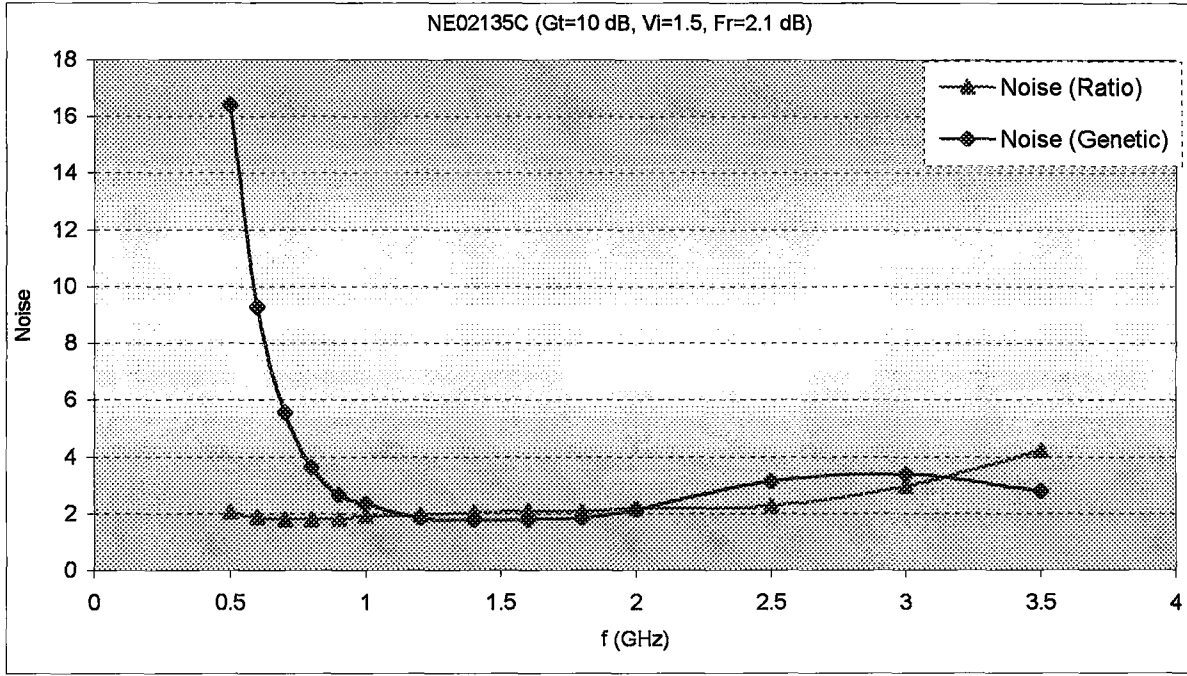
f(GHz)	GT	MRin	Noise
0,5	0,5183	0,95	16,4164
0,6	1,4891	0,8943	9,2775
0,7	3,6535	0,824	5,5569
0,8	6,2449	0,7832	3,6304
0,9	9,3415	0,7997	2,6458
1	13,2841	0,8035	2,3391
1,2	16,6454	0,7239	1,84
1,4	13,228	0,3191	1,766
1,6	8,5533	0,0911	1,7887
1,8	5,7484	0,268	1,8397
2	4,9812	0,3791	2,1274
2,5	3,0904	0,7245	3,1319
3	3,3985	0,6377	3,3715
3,5	2,0153	0,2564	2,7838



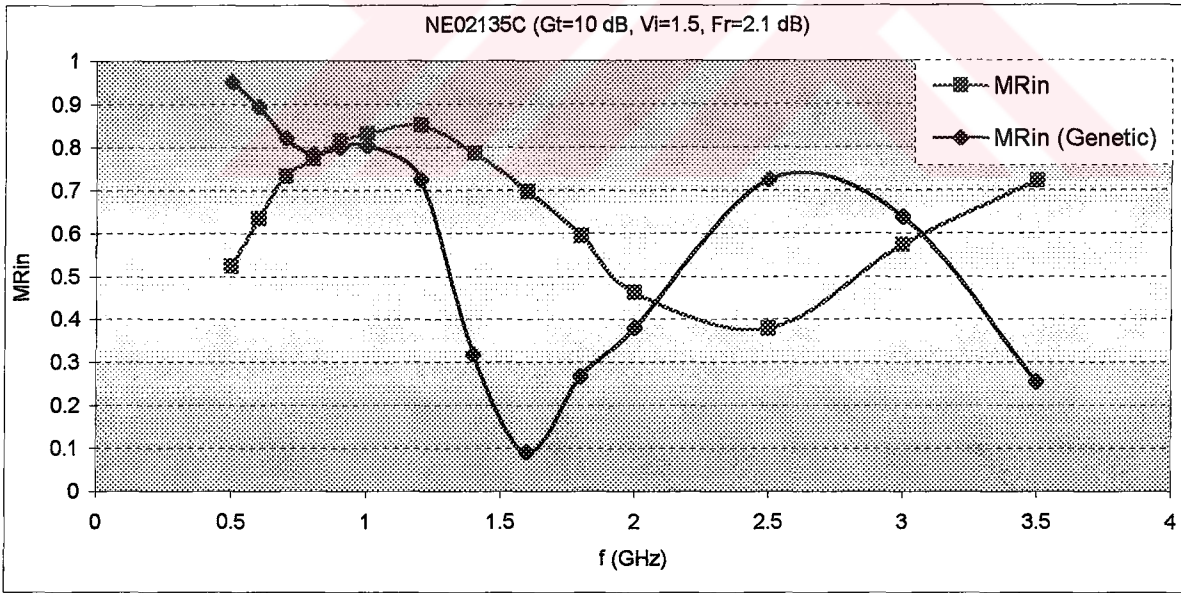
Şema 2. İterasyon sayısına göre F hata ifadesinin değimi



Şekil 12. NE02135CB uydurma devresi- 1 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin Kazanç sonuçlarının Genetik sonuçlarla karşılaştırılması



Şekil 13. NE02135CB uydurma devresi- 1 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin Gürültü sonuçlarının Genetik sonuçlarla karşılaştırılması

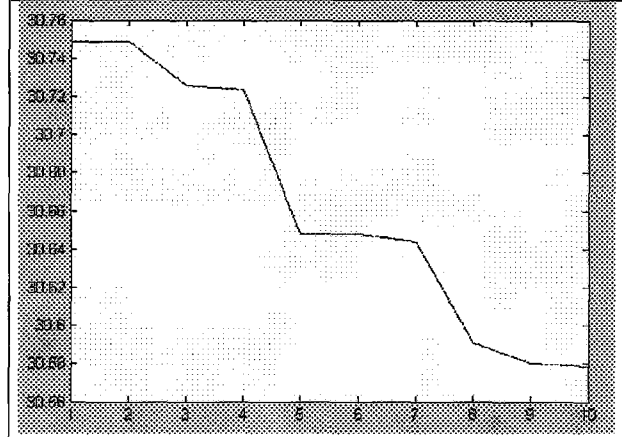


Şekil 14. NE02135CB uydurma devresi- 1 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin VSWR sonuçlarının Genetik sonuçlarla karşılaştırılması

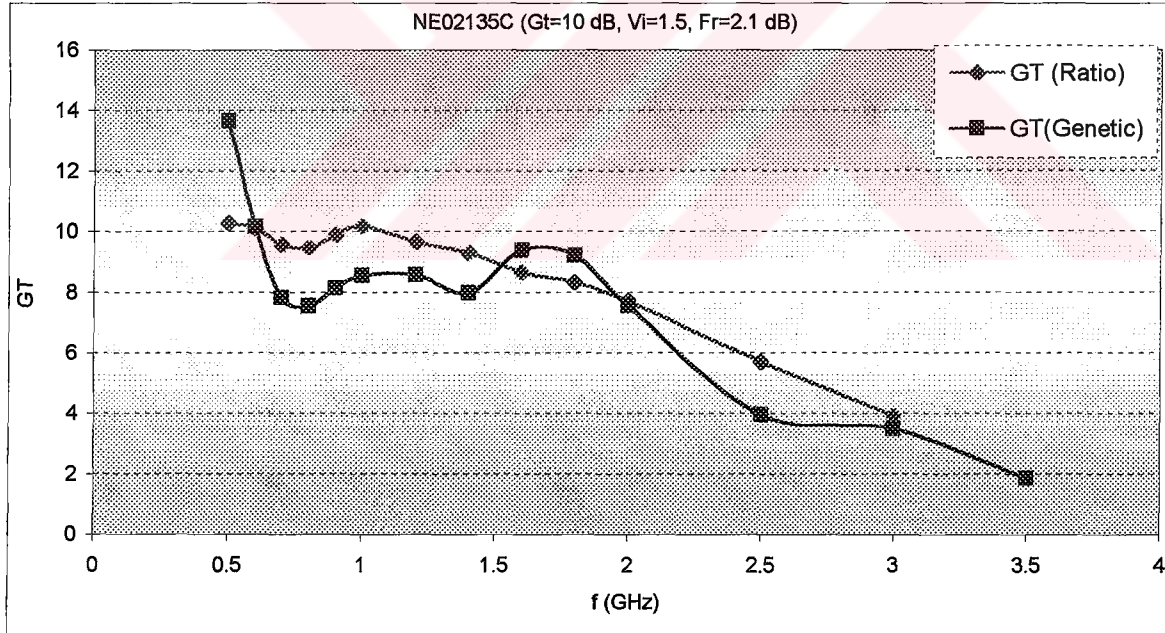
Ek 2.5 NE02135CCT Sonuçların Genetik Program sonucuyla karşılaştırılması

Başlangıç Koşullar $L= 2.5; 3; 2; 3.2; 3.7; 2.8$ ve karakteristik empedans olarak $Z_0=50; 50; 50; 50; 50; 50 \Omega$

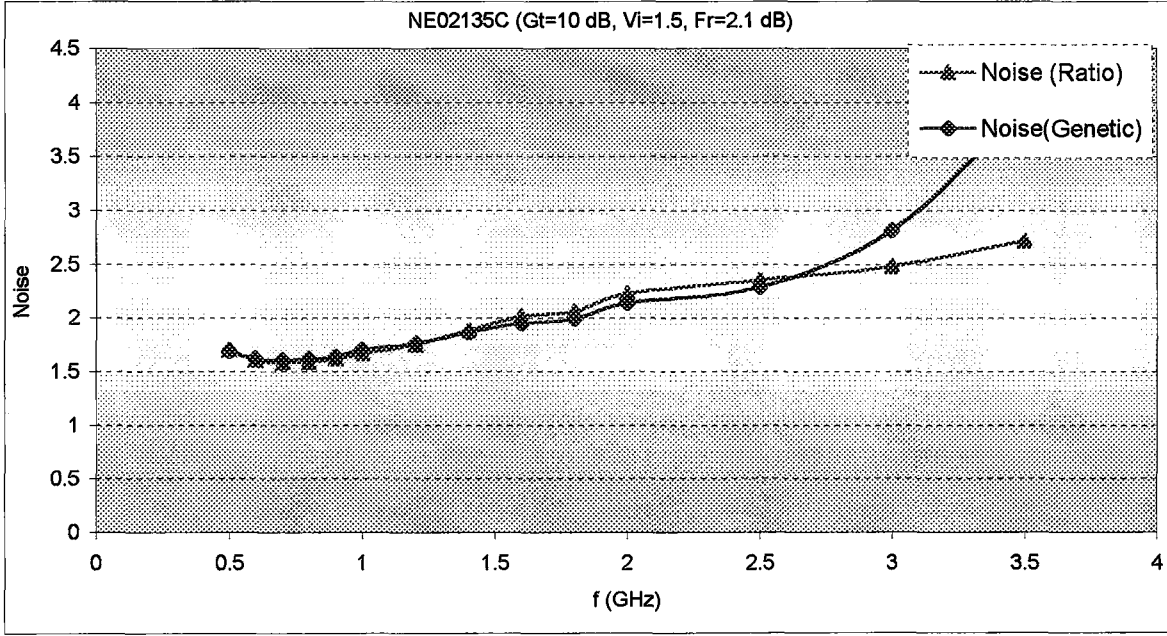
f(GHz)	GT	MRin	Noise
0,5	13,6759	0,8075	1,6891
0,6	10,1557	0,8102	1,6207
0,7	7,808	0,7723	1,6066
0,8	7,5451	0,7279	1,6219
0,9	8,1143	0,7111	1,6483
1	8,541	0,6615	1,7009
1,2	8,5721	0,5921	1,7632
1,4	7,9693	0,4769	1,8651
1,6	9,3899	0,5293	1,9572
1,8	9,1925	0,7058	1,9893
2	7,542	0,6712	2,1397
2,5	3,9369	0,5879	2,2887
3	3,4998	0,5253	2,8154
3,5	1,8666	0,7363	3,9495



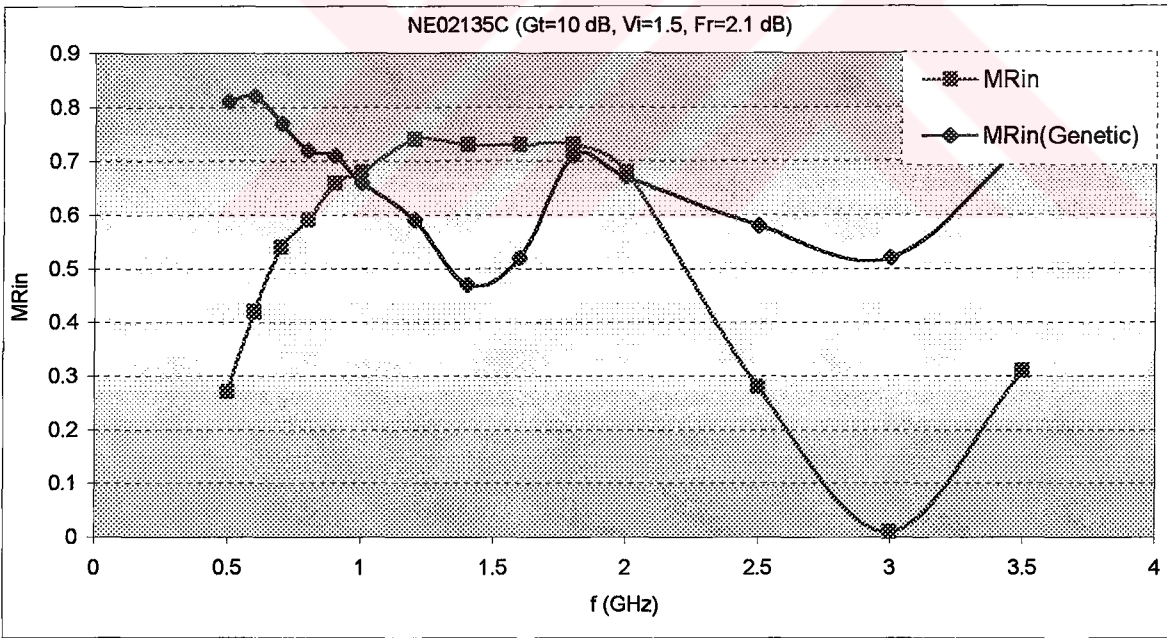
Şekil 15. İterasyon sayısına göre F hata ifadesinin değişimi



Şekil 16. NE02135CC uydurma devresi- 6 adet / uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin Kazanç sonuçlarının Genetik sonuçlarla karşılaştırılması



Şekil 17. NE02135CC uydurma devresi- 6 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin Gürültü sonuçlarının Genetik sonuçlarla karşılaştırılması

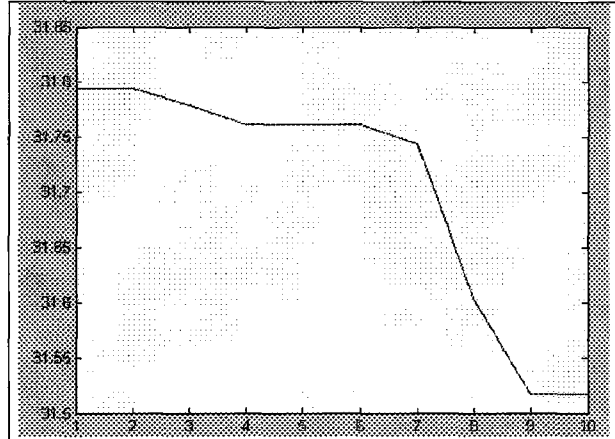


Şekil 18. NE02135CC uydurma devresi- 6 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin VSWR sonuçlarının Genetik sonuçlarla karşılaştırılması

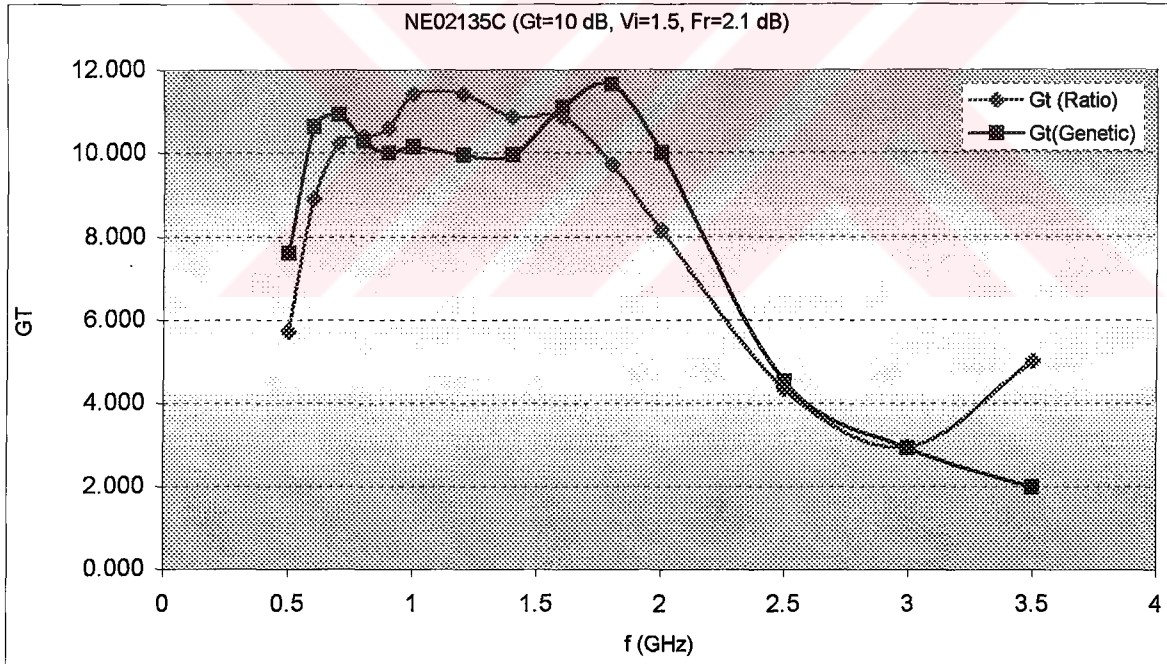
Ek 2.6 NE02135CCII Sonuçların Genetik Program sonucuyla karşılaştırılması

Başlangıç Koşullar $L= 2.5; 3; 2; 3.2; 3.7; 2.8$ ve karakteristik empedans $Z_0=50; 50; 50; 50; 50 \Omega$

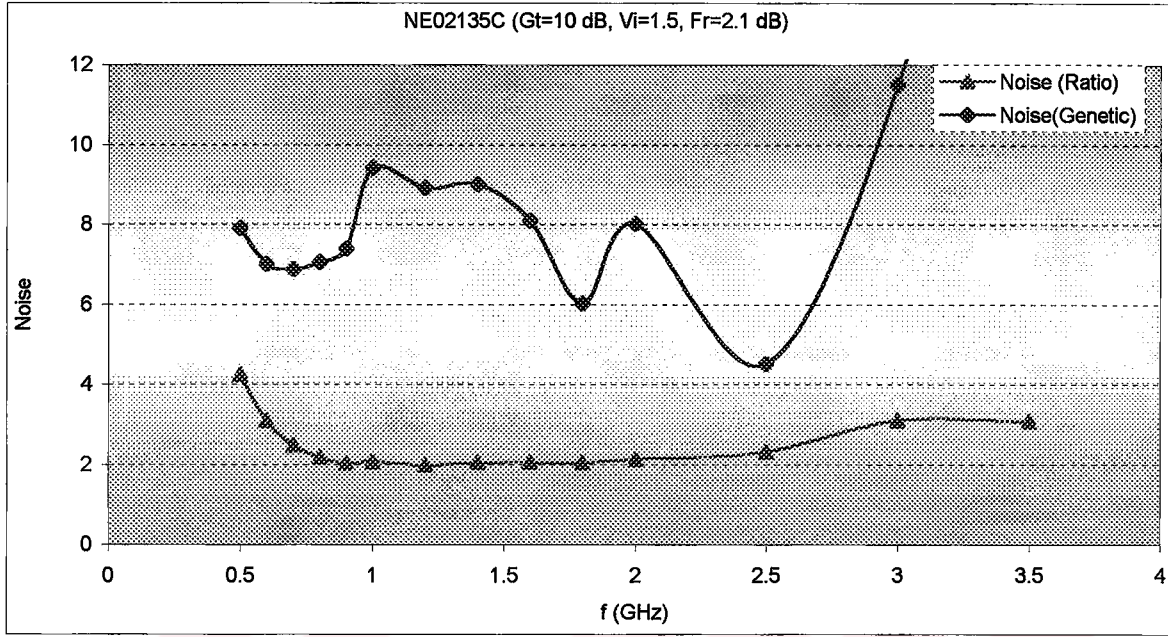
f(GHz)	GT	MRin	Noise
0,5	7,614	0,7463	7,9014
0,6	10,6211	0,6664	7,0144
0,7	10,9144	0,7048	6,8748
0,8	10,2889	0,7222	7,06
0,9	9,9918	0,7547	7,3977
1	10,1373	0,7423	9,4212
1,2	9,943	0,7541	8,9201
1,4	9,9408	0,7117	9,0212
1,6	11,1072	0,6364	8,1016
1,8	11,6386	0,4942	6,8495
2	9,9866	0,2677	5,2957
2,5	4,5268	0,6238	4,5119
3	2,9228	0,7143	11,5554
3,5	1,9787	0,5817	24,3966



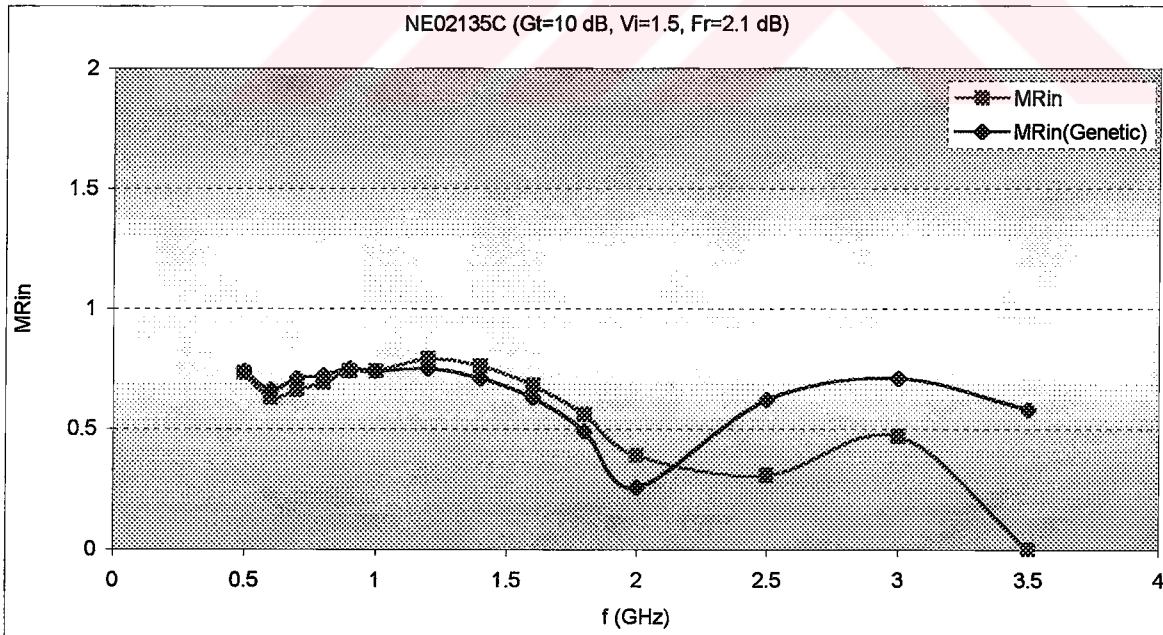
Şekil 19. İterasyon sayısına göre F hata ifadesinin değişimi



Şekil 20. NE02135CC uydurma devresi- 6 adet / uzunluğu ve 1 adet Z_0 karakteristik empedanslı Π devresine ilişkin Kazanç sonuçlarının Genetik sonuçlarla karşılaştırılması



Şekil 21. NE02135CC uydurma devresi- 1 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedanslı II devresine ilişkin Kazanç sonuçlarının Genetik sonuçlarla karşılaştırılması

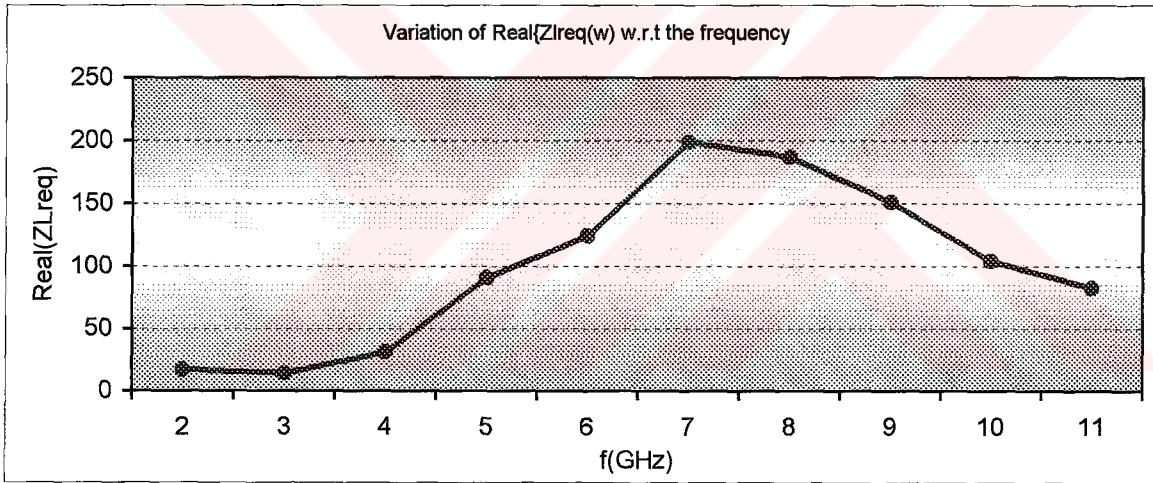


Şekil 22. NE02135CC uydurma devresi- 6 adet l uzunluğu ve 6 adet Z_0 karakteristik empedanslı II devresine ilişkin Kazanç sonuçlarının Genetik sonuçlarla karşılaştırılması

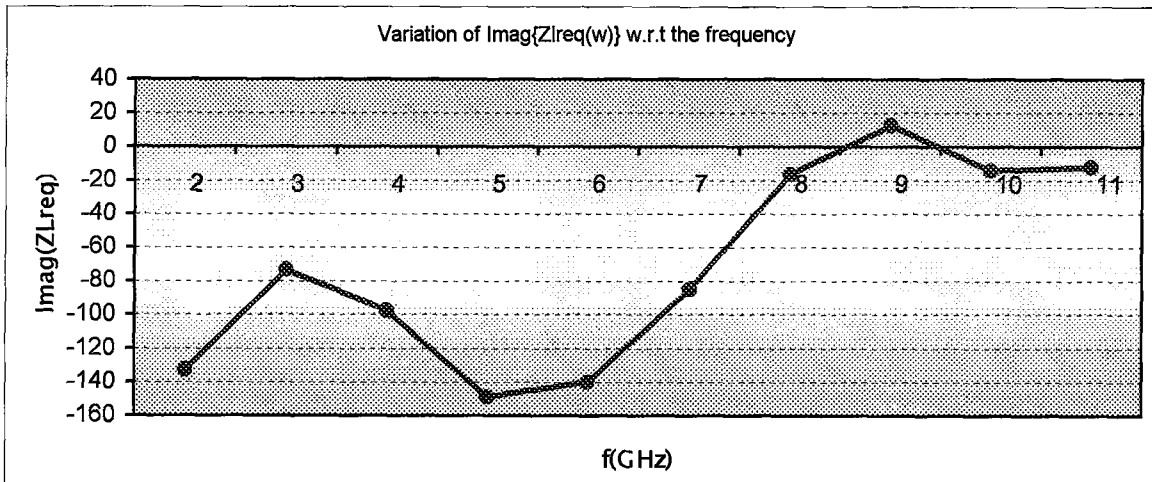
Ek 3. OMC için Real (Z_{Lreq}) ve Imag (Z_{Lreq}) başlangıç değerleri [$G_{Tmax}=12$ dB]

NE329S01 tranzistörüne ilişkin $V_{CE}=2V$ ve $I_C=10$ mA Kutuplama Koşullarında 2-11 GHz Frekans Band aralığında [0,46 dB, 1, 12 dB] Real (Z_{Lreq}) ve Imag (Z_{Lreq}) başlangıç değerleri aşağıdaki şekildedir:

f(GHz)	Real(ZLreq)	Imag(ZLreq)
2	16.870357	-132.828541
3	14.112790	-73.294768
4	30.967986	-97.558933
5	90.700984	-148.766559
6	124.061999	-139.903213
7	199.048460	-84.987192
8	187.315768	-16.171565
9	151.023811	12.804892
10	103.873817	-14.051524
11	82.367708	-12.126984



Şekil 23. 12 dB için Real (Z_{Lreq}) Referans değişimi

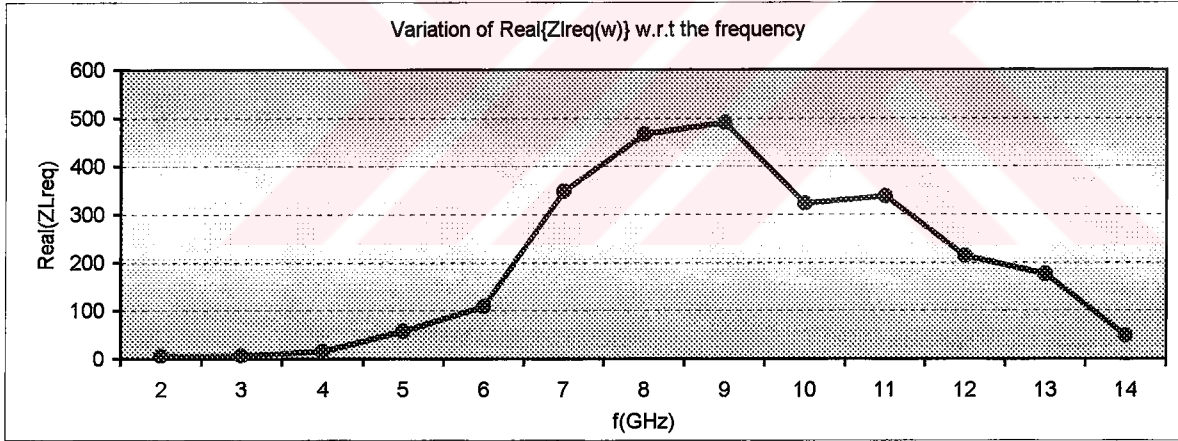


Şekil 24. 12 dB için Imag (Z_{Lreq}) Referans değişimi

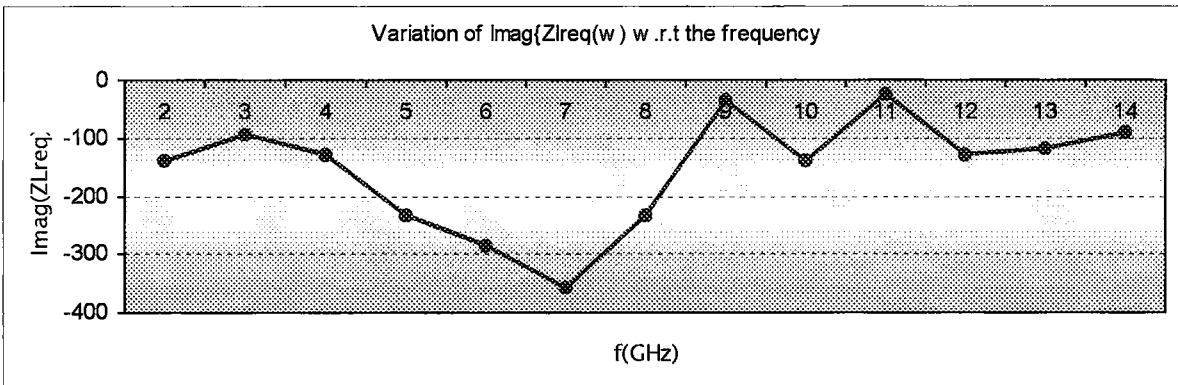
Ek 4. OMC için Real (Z_{Lreq}) ve Imag (Z_{Lreq}) başlangıç değerleri [$G_{Tmax}=8$ dB]

NE329S01 tranzistörüne ilişkin $V_{CE}=2V$ ve $I_C=10$ mA Kutuplama Koşullarında 2-14 GHz Frekans Band aralığında [0,46 dB, 1, 8 dB] Real (Z_{Lreq}) ve Imag (Z_{Lreq}) başlangıç değerleri aşağıdaki şekildedir:

f(GHz)	Real(ZLreq)	Imag(ZLreq)
2	7.072142	-140.259878
3	7.217272	-92.874091
4	16.737625	-129.545350
5	58.080219	-232.248739
6	108.493012	-285.733017
7	348.356130	-359.552536
8	466.230658	-233.927373
9	490.783564	-35.301414
10	323.423439	-139.787399
11	338.127769	-22.972502
12	212.558499	-127.431862
13	175.802779	-118.150698
14	48.199499	-92.040269



Şekil 25. 8 dB için Real (Z_{Lreq}) Referans değışimi

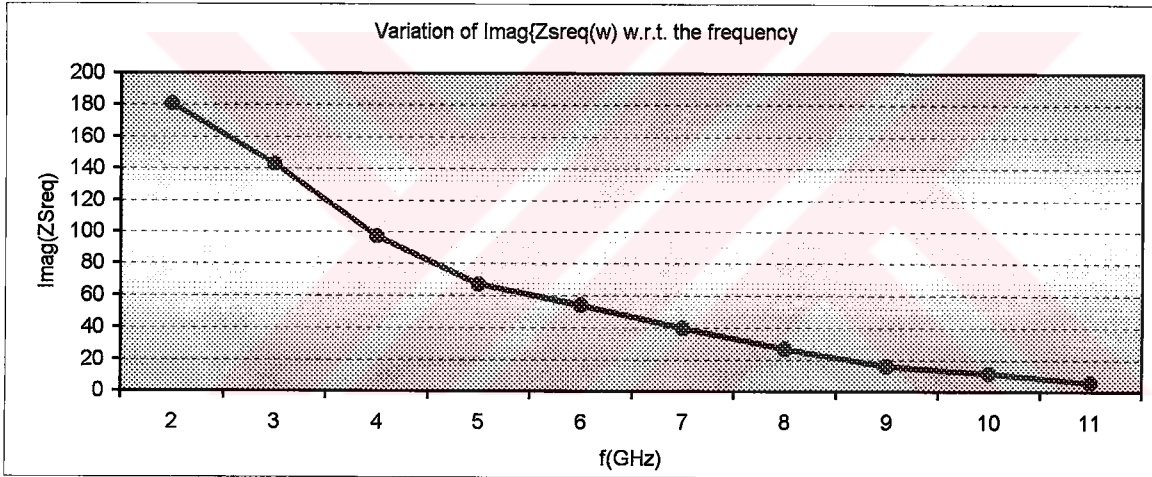


Şekil 26. 8 dB için Imag (Z_{Lreq}) Referans değışimi

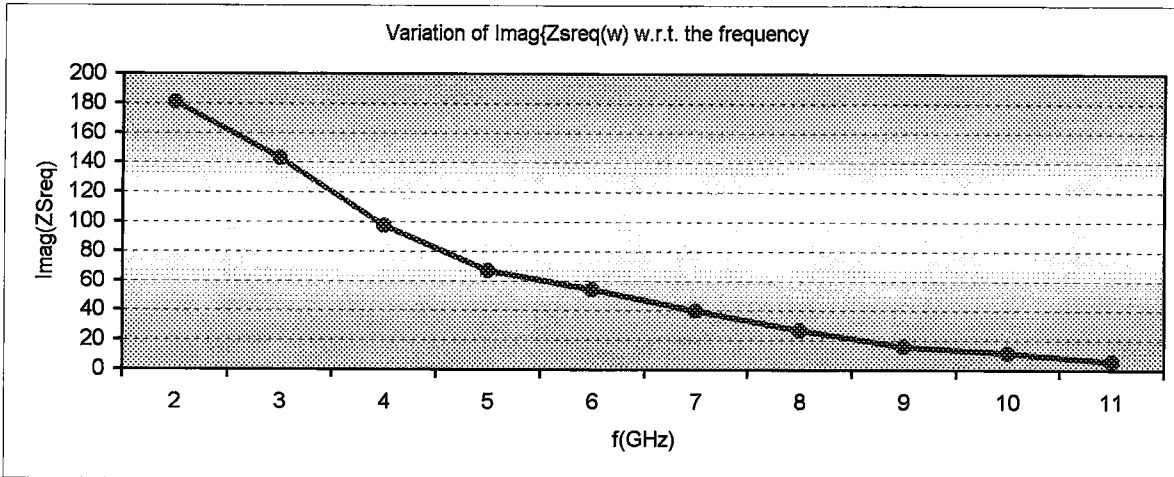
Ek 5. IMC için Real (Z_{sreq}) ve Imag (Z_{sreq}) başlangıç değerleri [$G_{Tmax}=12$ dB]

NE329S01 tranzistörüne ilişkin $V_{CE}=2V$ ve $I_C=10$ mA Kutuplama Koşullarında 2-11 GHz Frekans Band aralığında [0,46 dB, 1, 12 dB] Real (Z_{sreq}) ve Imag (Z_{sreq}) başlangıç değerleri aşağıdaki şekildedir:

f(GHz)	Real(Z_{sreq})	Imag(Z_{sreq})
2	93.993537	180.605963
3	63.512979	142.866299
4	51.030592	97.299883
5	42.904947	67.000504
6	37.577016	54.014523
7	36.570150	39.590377
8	33.572076	26.680078
9	29.435302	15.874879
10	26.923499	11.494874
11	24.897489	5.535541



Şekil 27. 12 dB için Real (Z_{sreq}) Referans değışimi

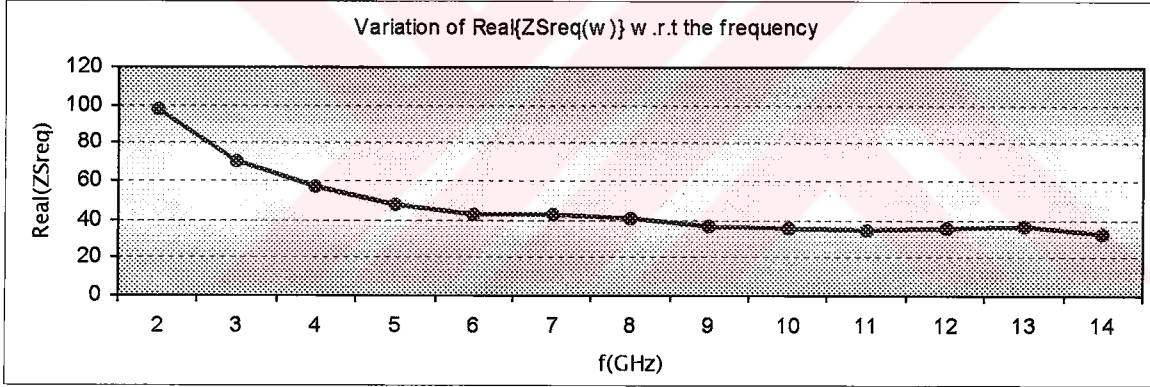


Şekil 28. 12 dB için Imag (Z_{sreq}) Referans değışimi

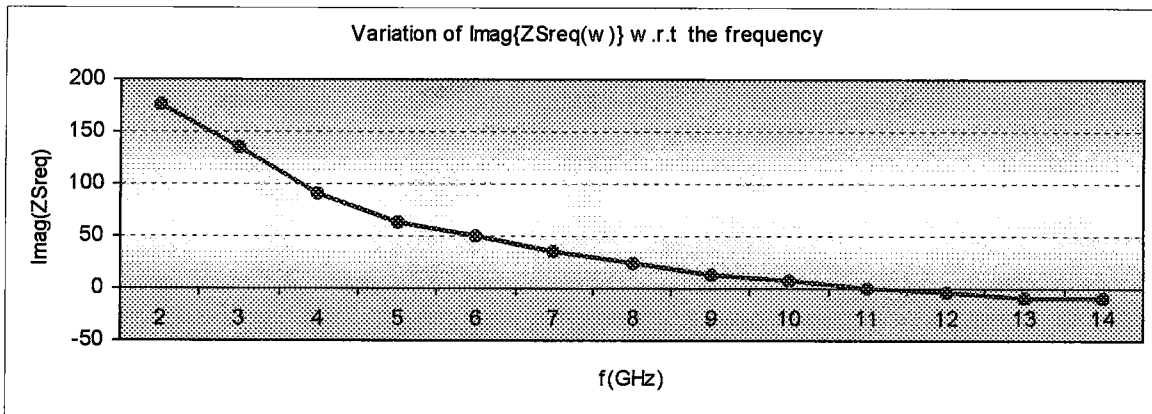
Ek 6 IMC için Real (Z_{sreq}) ve Imag (Z_{sreq}) başlangıç değerleri [$G_{Tmax}=8$ dB]

NE329S01 tranzistörüne ilişkin $V_{CE}=2V$ ve $I_C=10$ mA Kutuplama Koşullarında 2-14 GHz Frekans Band aralığında [0,46 dB, 1, 8 dB] Real (Z_{sreq}) ve Imag (Z_{sreq}) başlangıç değerleri aşağıdaki şekildedir:

f(GHz)	Real(Z_{sreq})	Imag(Z_{sreq})
2	97.635525	176.556741
3	70.153245	135.022292
4	56.760858	91.594629
5	47.751170	62.671598
6	42.615162	49.778637
7	42.536407	35.537345
8	40.255504	23.364231
9	36.577048	12.296469
10	35.387922	7.743899
11	34.756651	0.199071
12	36.064515	-4.130933
13	36.538052	-10.102927
14	32.323752	-9.078489



Şekil 29. 8 dB için Real (Z_{sreq}) Referans değişimi



Şekil 30. 8 dB için Imag (Z_{sreq}) Referans değişimi

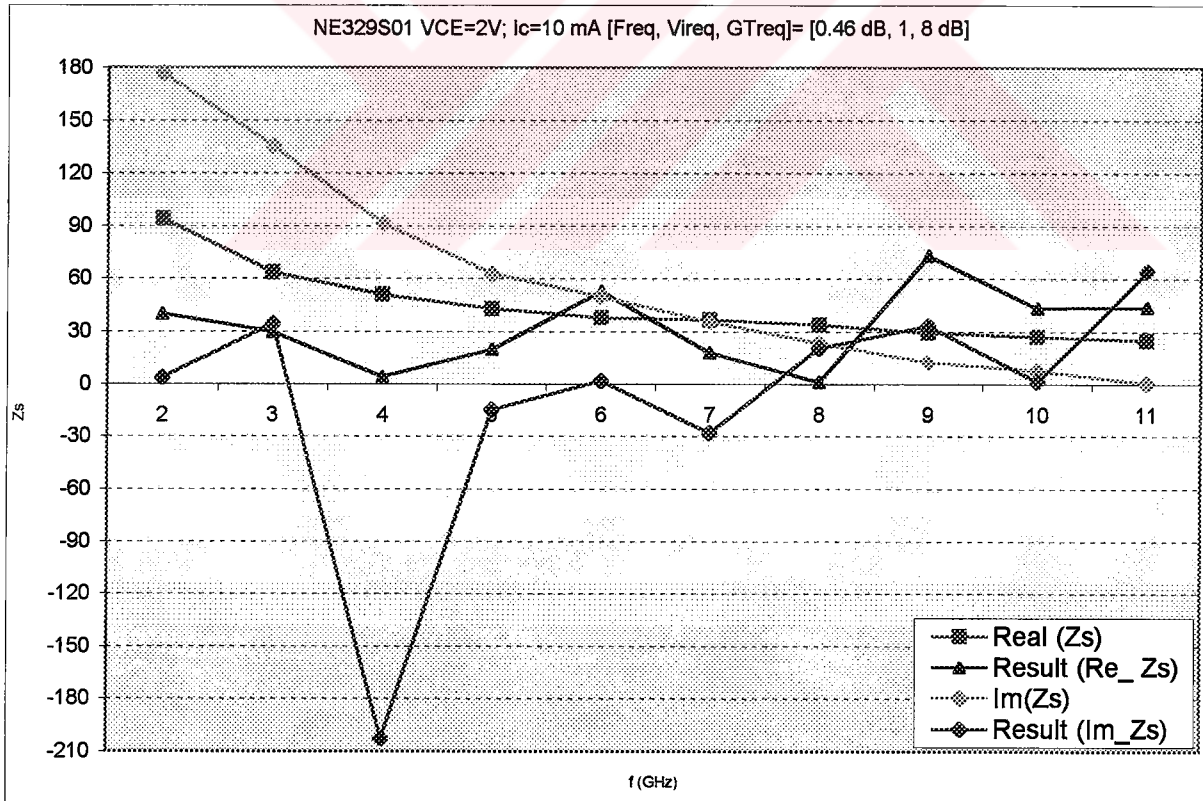
Ek 7. NE329S01 tranzistörüyle çalışıldığı zaman [F_{req} , V_{req} , G_{Treq}]=[0,46 dB, 1 , 8 dB]
IMC devresine karşılık düşen sonuçlar

Ek 7.1. IMCAT uydurma devresinin 3 adet l uzunluğu ve ortak Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Mutlak Hata Fonksiyonu Kullanıldı)

Başlangıç Koşullar $L=2.5; 3; 2$ ve karakteristik empedans $Z_0=50 \Omega$ başlangıç

f (GHz)	Real (Zs)	Result (Re_Zs)	Im (Zs)	Result (Im_Zs)
2	93,99	43,02	176,55	-3,34
3	63,52	24,94	135,02	33,51
4	51,04	2,38	91,59	-223,74
5	42,91	20	62,67	-14,89
6	37,57	51,01	49,77	2,41
7	36,57	20,16	35,53	30,45
8	33,57	0,44	23,36	19,07
9	29,43	88,72	12,29	34,19
10	26,92	38,9	7,74	1,22
11	24,89	44,07	0,19	64,11

Z (Ω)		In = 50	Res = 51,04	F	3.55e+004
L (cm)	In	2.5	3	2	
	Res	2.608	3.825	2.058	



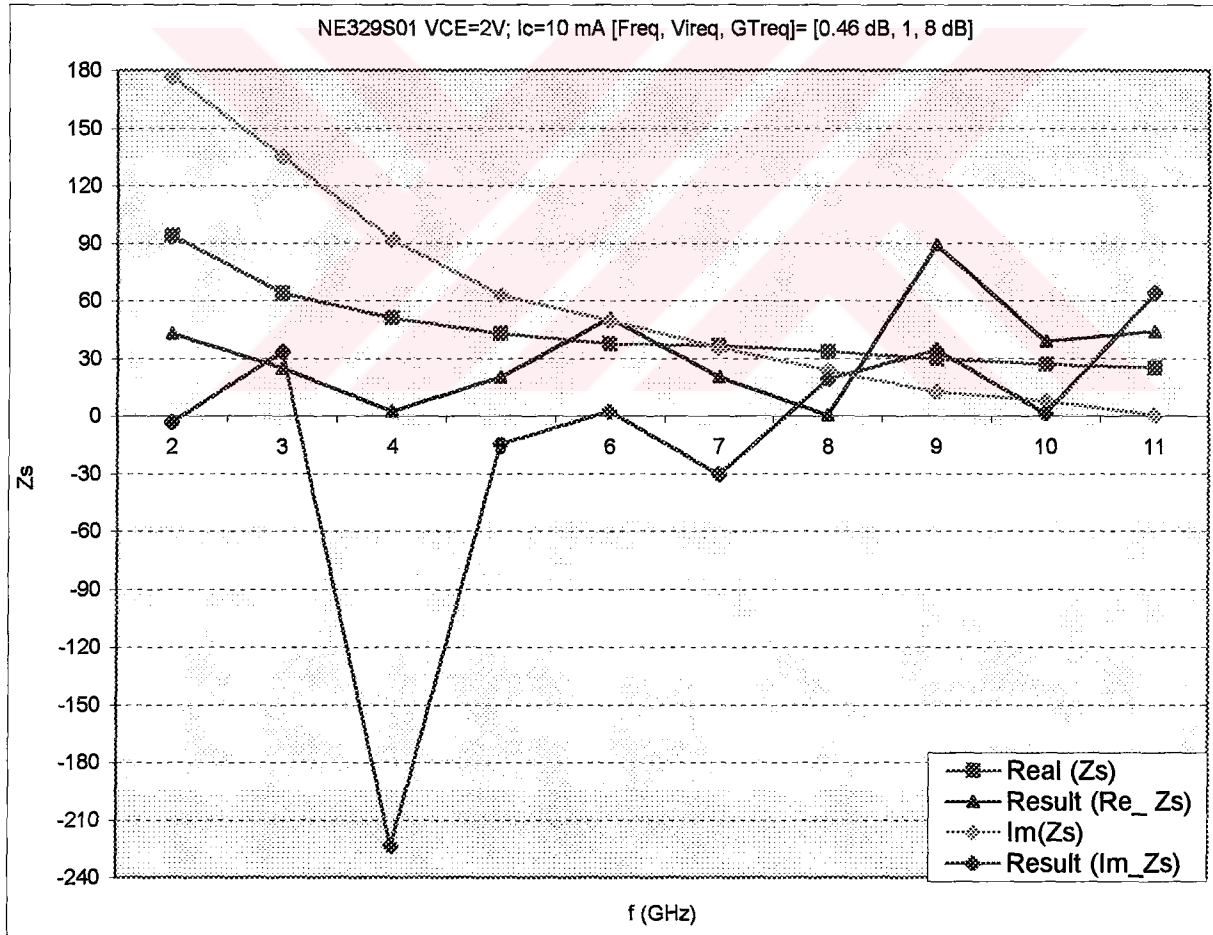
Şekil 31. NE329S01 uydurma devresi- 3 adet l uzunluğu ve 1 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin IMC sonuçları

Ek 7.2 IMCCT_Zs uydurma devresinin 3 adet l uzunlukları ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Mutlak Hata Fonksiyonu Kullanıldı)

Başlangıç Koşullar $L= 2.5; 3; 2$ ve karakteristik empedans $Z_0=50; 50; 50 \Omega$

f (GHz)	Real (Zs)	Result (Re_Zs)	Im (Zs)	Result (Im_Zs)
2	93,99	43,02	176,55	-3,34
3	63,52	24,94	135,02	33,51
4	51,04	2,38	91,59	-223,74
5	42,91	20	62,67	-14,89
6	37,57	51,01	49,77	2,41
7	36,57	20,16	35,53	-30,45
8	33,57	0,44	23,36	19,07
9	29,43	88,72	12,29	34,19
10	26,92	38,9	7,74	1,22
11	24,89	44,07	0,19	64,1

F		3.55e+002		
L (cm)	In	2.5	3	2
	Res	2.5615	3.88	2.056
Z (Ω)	In	50	50	50
	Res	49.525	43.567	45.262



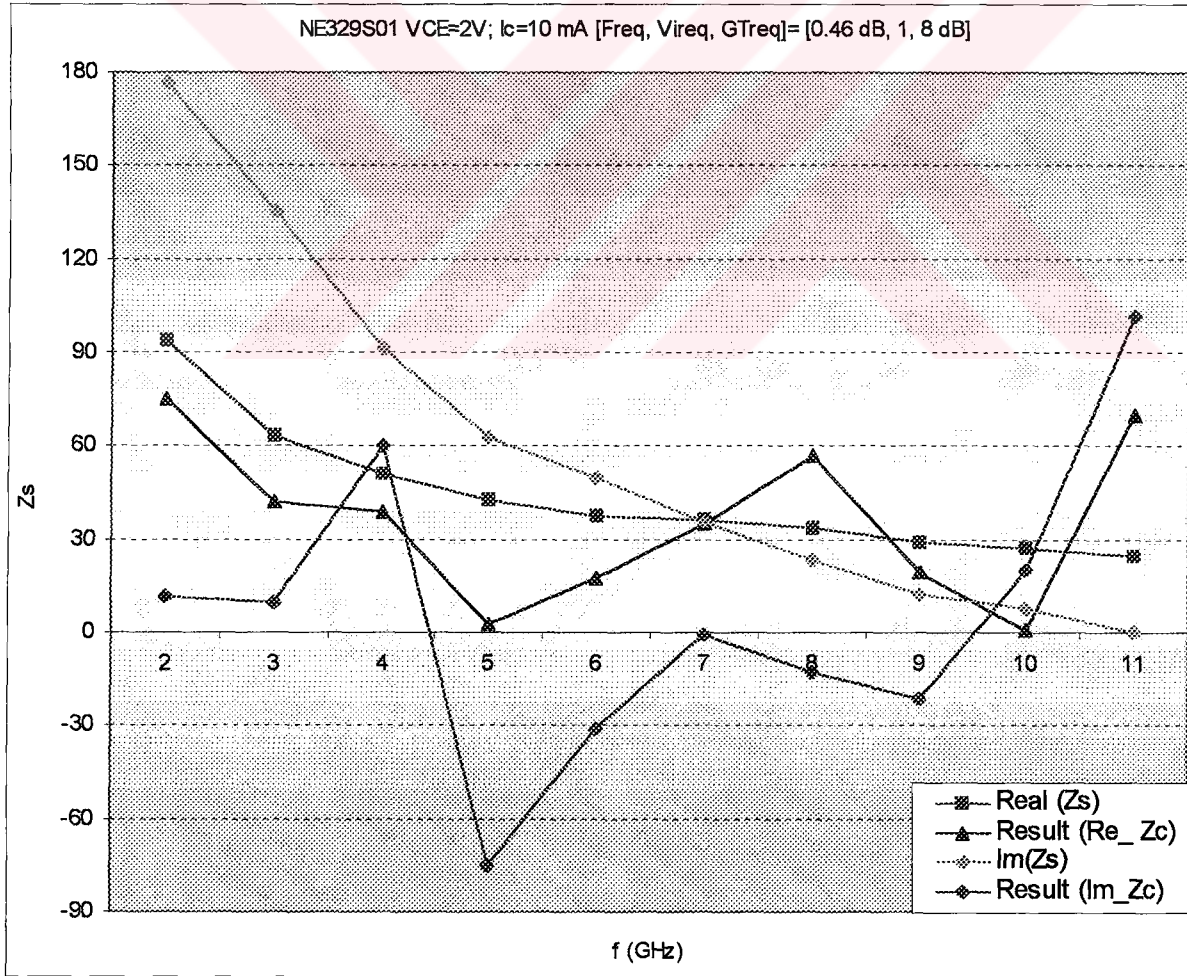
Şekil 32. NE329S01 uydurma devresi- 3 adet l uzunlukları ve 3 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin IMC_Zs sonuçları

Ek 7.3 IMCCT_Zc uydurma devresinin 3 adet l değışkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Z_c 'ye Göreceli Hata Fonksiyonu Kullanıldı)

Başlangıç Koşullar $L= 2.5; 3; 2$ ve karakteristik empedans $Z_0=50; 50; 50 \Omega$

f (GHz)	Real (Zs)	Result (Re_Zc)	Im (Zs)	Result (Im_Zc)
2	93,99	75,17	176,55	11,46
3	63,52	42,11	135,02	9,39
4	51,04	38,98	91,59	60,5
5	42,91	2,63	62,67	-75,1
6	37,57	17,67	49,77	-31,38
7	36,57	35,17	35,53	-0,72
8	33,57	56,7	23,36	-13,11
9	29,43	19,67	12,29	-21,64
10	26,92	0,37	7,74	20,07
11	24,89	69,94	0,19	101,73

F		3.699		
L (cm)	In	2.5	3	2
	Res	2.53	2.96	1.71
Z (Ω)	In	50	50	50
	Res	51.47	51.135	53.79



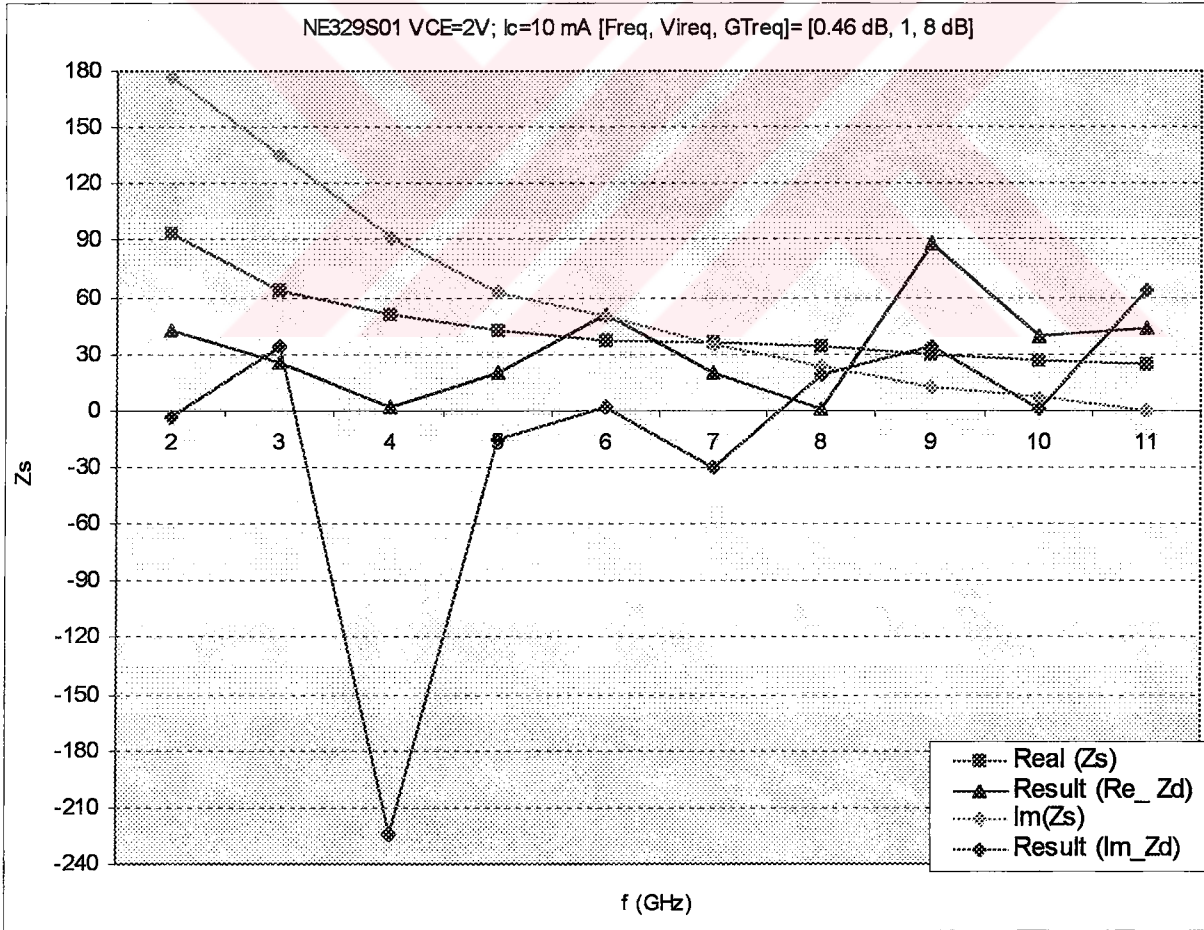
Şekil 33. NE329S01 uydurma devresi- 3 adet l değışkeni ve 3 adet Z_0 karakteristik empedanlı T devresine ilişkin IMC_Zc sonuçları

Ek 7.4 IMCCT_Zd uydurma devresinin 3 adet l değışkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Z_d 'ye Göreceli Hata Fonksiyonu Kullanıldı)

Başlangıç Koşulları $L= 2.5; 3; 2$ ve empedans $Z_0=50; 50; 50 \Omega$

f(GHz)	Real (Zs)	Result (Re_Zd)	Im (Zs)	Result (Im_Zd)
2	93,99	43,02	176,55	-3,34
3	63,52	24,94	135,02	33,51
4	51,04	2,38	91,59	-223,74
5	42,91	20	62,67	-14,89
6	37,57	51,01	49,77	2,41
7	36,57	20,16	35,53	-30,45
8	33,57	0,44	23,36	19,07
9	29,43	88,72	12,29	34,19
10	26,92	38,9	7,74	1,22
11	24,89	44,07	0,19	64,1

F		54.551		
L (cm)	In	2.5	3	2
	Res	2.615	3.808	20.56
Z (Ω)	In	50	50	50
	Res	49.52	43.56	45.26



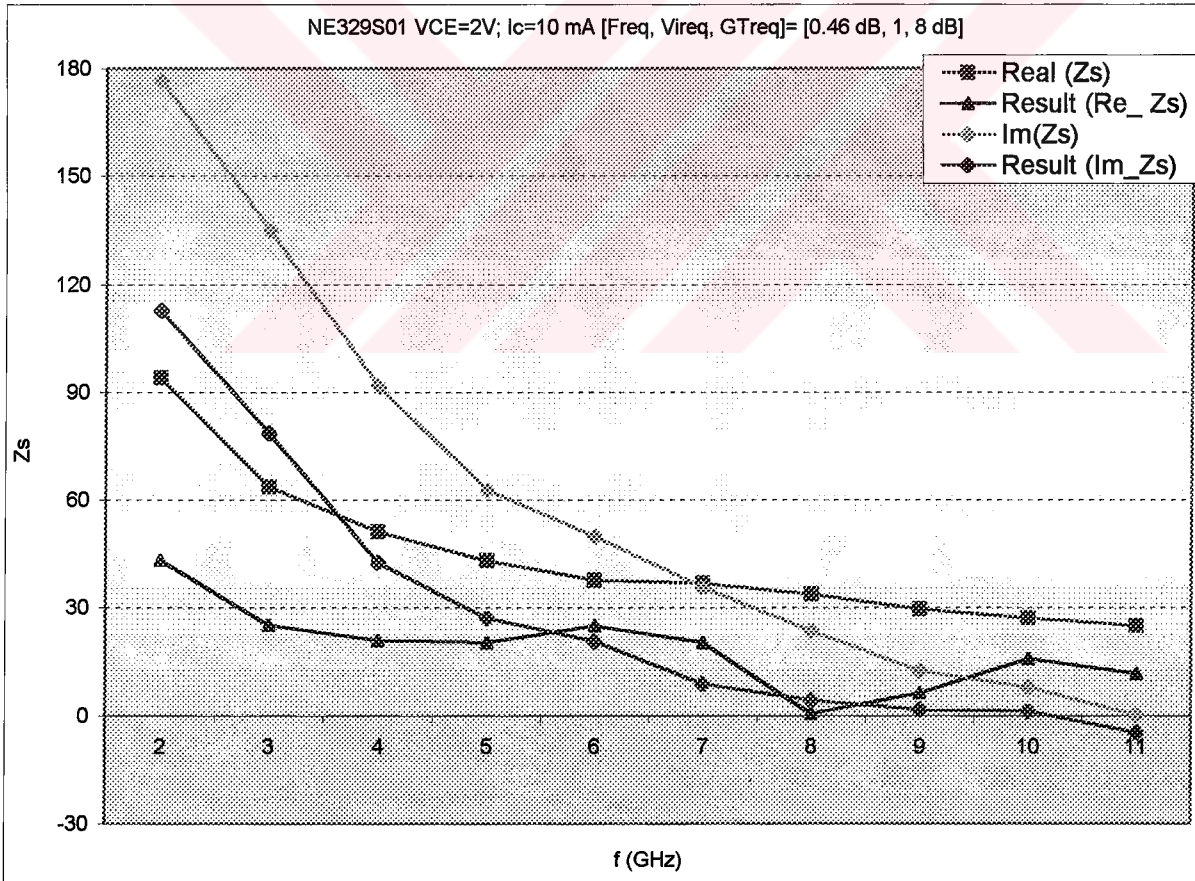
Şekil 34. NE329S01 uydurma devresi- 3 adet l değışkeni ve 3 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin IMC_Zd sonuçları

Ek 7.5 IMCCT_W uydurma devresinin 3 adet l değışkenleri, 3 adet Z_0 karakteristik empedansı ve 2 adet W ağırlık katsayıları kullanılan programın sonucu

Başlangıç Koşullar $L= 2.5; 3; 2$ ve karakteristik empedans $Z_0=50; 50; 50 \Omega$

f (GHz)	Real (Zs)	Result (Re_Zs)	Im (Zs)	Result (Im_Zs)
2	93,99	43,02	176,55	112,76
3	63,52	24,94	135,02	78,57
4	51,04	20,68	91,59	42,32
5	42,91	20,21	62,67	27,04
6	37,57	24,85	49,77	20,45
7	36,57	20,16	35,53	8,76
8	33,57	0,44	23,36	4,16
9	29,43	6,24	12,29	1,49
10	26,92	15,63	7,74	1,22
11	24,89	11,56	0,19	-4,81

F		35.523		
L (cm)	In	2.5	3	2
	Res	2.615	2.808	2.056
Z (Ω)	In	50	50	50
	Res	49.52	43.56	45.26



Şekil 35. NE329S01 uydurma devresi- 3 adet l değışkeni, 3 adet Z_0 karakteristik empedanslı ve 2 adet W ağırlık katsayılı devresine ilişkin IMC_W sonuçları

Ek 8 NE329S01 tranzistörüyle çalışıldığı zaman [F_{req} , V_{req} , G_{Treq}]=[0,46 dB, 1 , 8 dB]

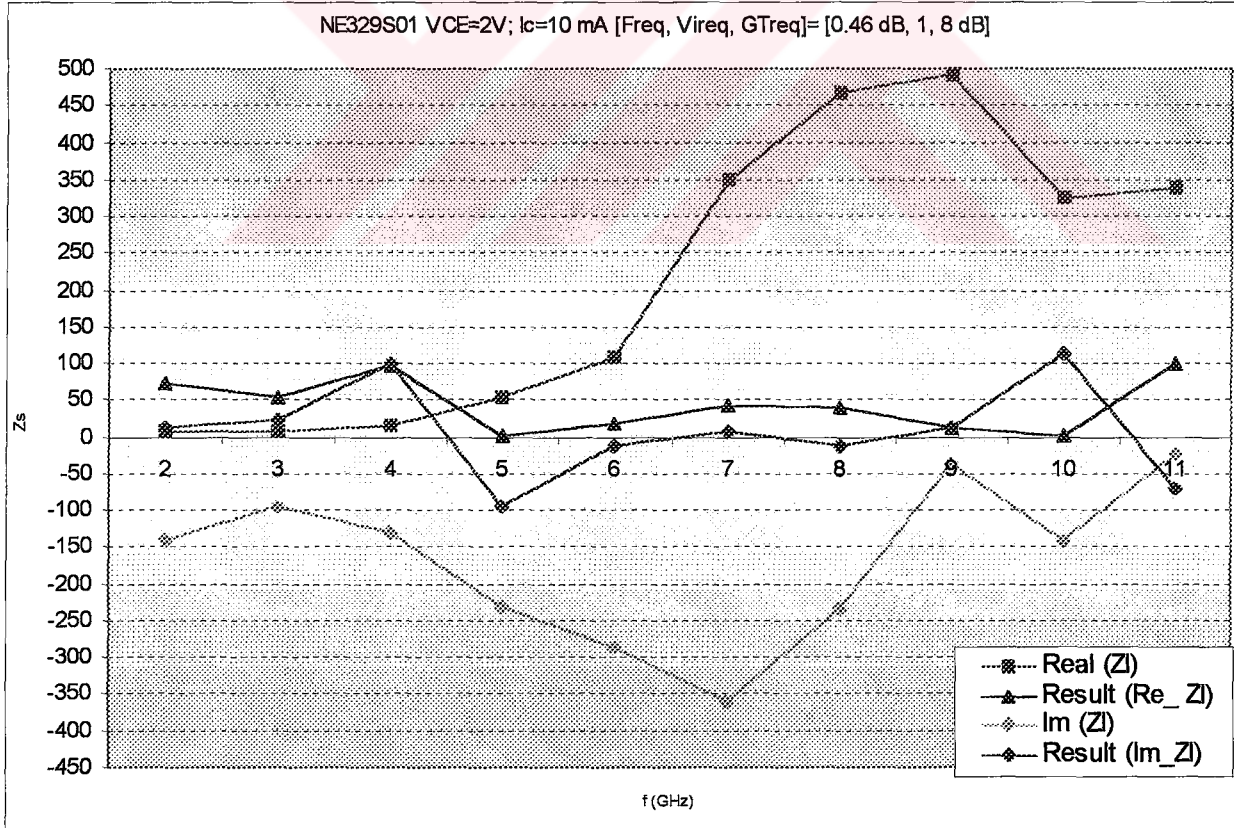
OMC devresine karşılık düşen sonuçlar

Ek 8.1 OMCCT_Zl uydurma devresinin 3 adet l değişkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Mutlak Hata Fonksiyonu Kullanıldı)

Başlangıç Koşullar $L=2.5; 3; 2$ ve karakteristik empedans $Z_0=50; 50; 50 \Omega$

f(GHz)	Real (Zl)	Result (Re_Zl)	Im (Zl)	Result (Im_Zl)
2	7,072	72,02	-140,26	13,99
3	7,222	53,78	-92,87	23,59
4	16,735	97,87	-129,55	101,27
5	53,085	0,5	-232,25	-92,91
6	108,49	18,06	-285,74	-10,81
7	348,356	43,62	-359,55	6,36
8	466,23	38,93	-233,93	-11,35
9	490,78	12,8	-35,31	12,06
10	323,42	2,8	-139,79	114,72
11	338,12	100,04	-22,98	-70,69

F		7.234e+004		
L (cm)	In	2.5	3	2
	Res	1.986	3.046	2.018
Z (Ω)	In	50	50	50
	Res	57.424	53.111	48.006



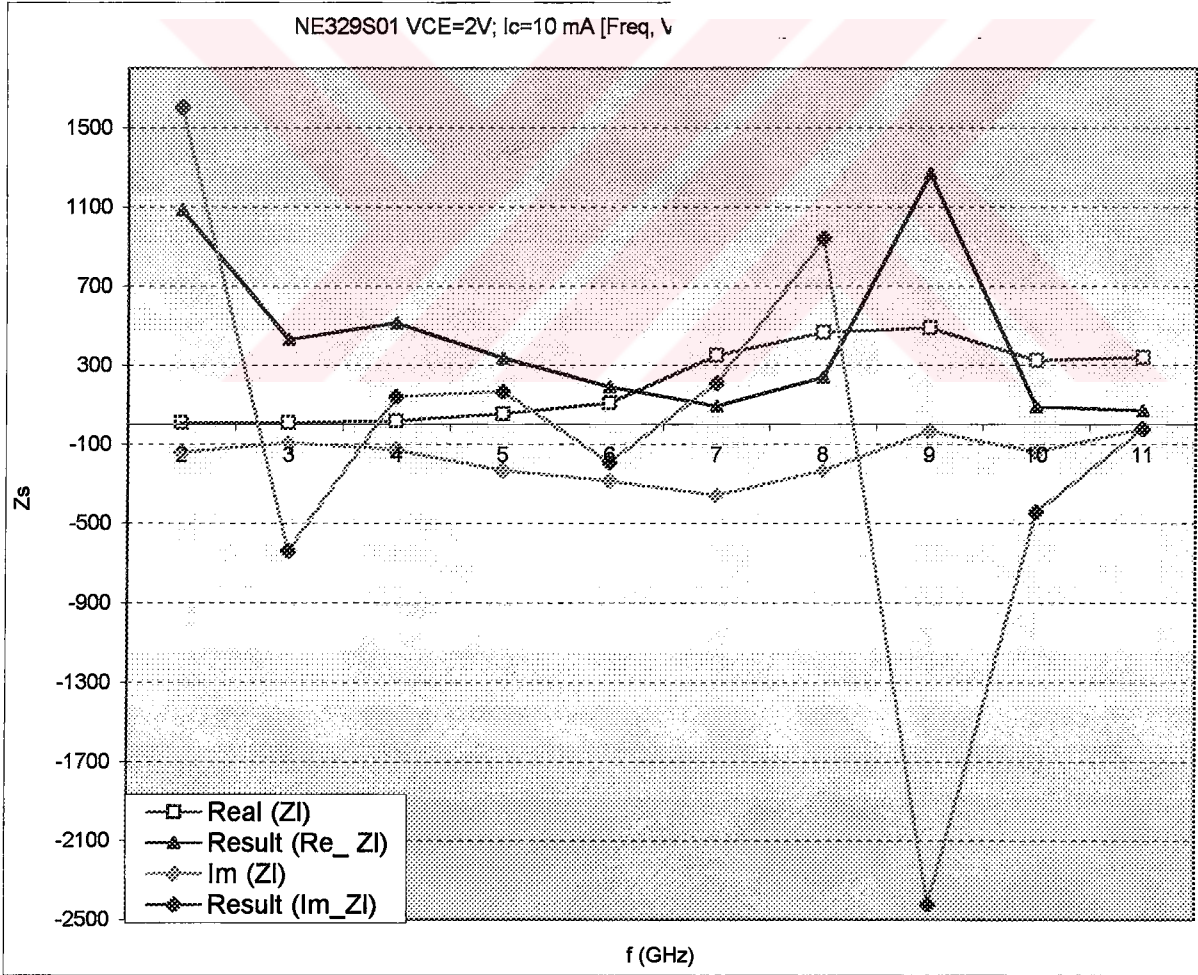
Şekil 36. NE329S01 uydurma devresi- 3 adet l değişkeni ve 3 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin OMC_Zl sonuçları

Ek 8.2 OMCCT_Zc uydurma devresinin 3 adet l değışkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Z_c 'ye Göreceli Hata Fonksiyonu Kullanıldı)

Başlangıç Koşullar $L = 2.5; 3; 2$ ve karakteristik empedans $Z_0 = 50; 50; 50 \Omega$

f(GHz)	Real (Zl)	Result (Re_Zl)	Im (Zl)	Result (Im_Zl)
2	7,072	1084,6	-140,26	1603,5
3	7,222	430,1	-92,87	-638,6
4	16,735	516,3	-129,55	140,3
5	53,085	337,6	-232,25	168,6
6	108,49	188,7	-285,74	-191,5
7	348,356	91,7	-359,55	210,2
8	466,23	240,3	-233,93	941,3
9	490,78	1268,5	-35,31	-2421,4
10	323,42	87,5	-139,79	-444
11	338,12	68,1	-22,98	-21

F		6.1395		
L (cm)	In	2.5	3	2
	Res	1.846	3.405	1.965
Z (Ω)	In	50	50	50
	Res	125.26	4.949	76.239



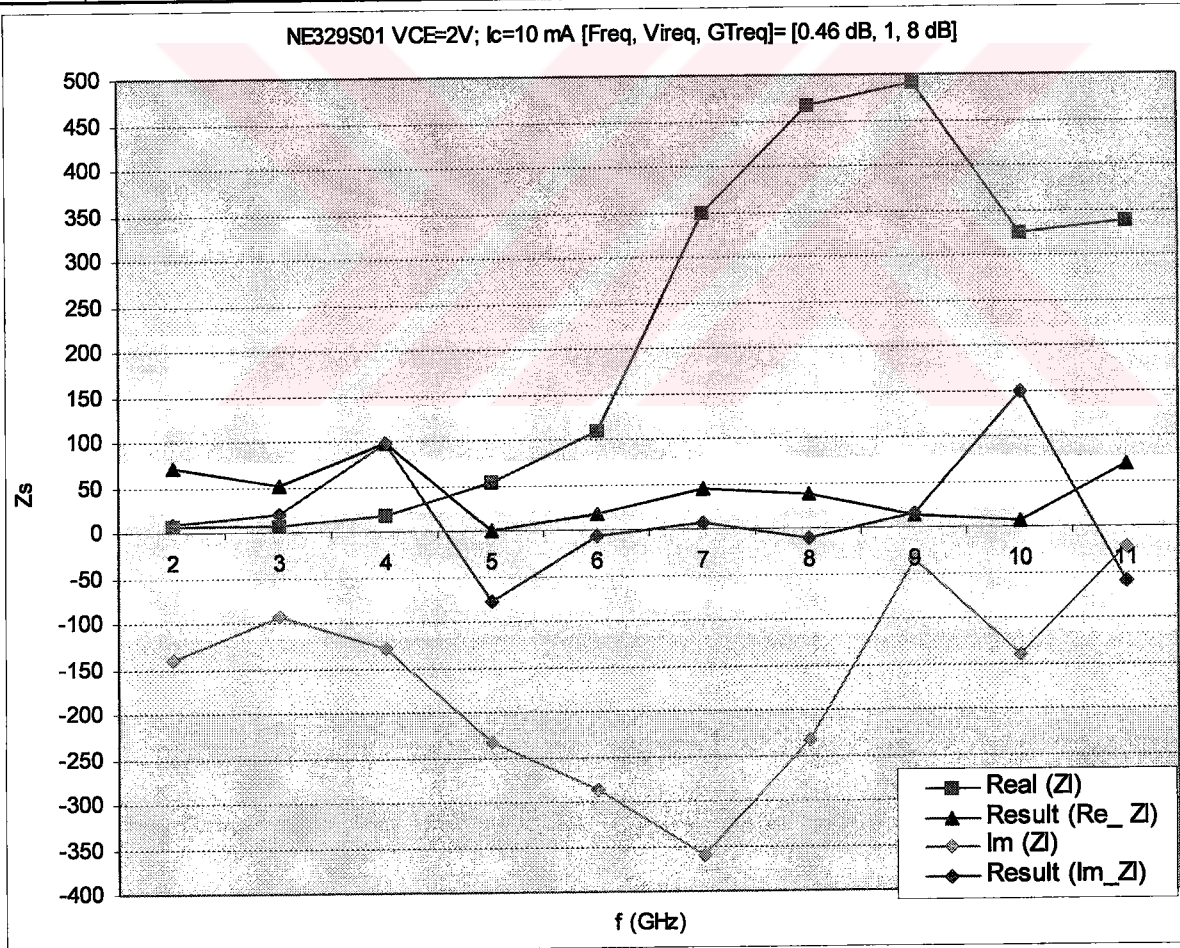
Şekil 37. NE329S01 uydurma devresi- 3 adet l değışkeni ve 3 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin OMC_Zc sonuçları

Ek 8.3 OMCCT_Zd uydurma devresinin 3 adet l değışkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Z_d 'ye Göreceli Hata Fonksiyonu Kullanıldı)

Başlangıç Koşullar $L= 2.5; 3; 2$ ve karakteristik empedans $Z_0=50; 50; 50 \Omega$

F(GHz)	Real (Zl)	Result (Re_Zl)	Im (Zl)	Result (Im_Zl)
2	7,072	70,36	-140,26	8,75
3	7,222	50,14	-92,87	19,92
4	16,735	96,79	-129,55	97,1
5	53,085	0,67	-232,25	-78,51
6	108,49	18,19	-285,74	-5,95
7	348,356	44,87	-359,55	7,66
8	466,23	37,26	-233,93	-10,15
9	490,78	12,45	-35,31	14,99
10	323,42	7,36	-139,79	149,09
11	338,12	69,97	-22,98	-60,39

F		3.843		
L (cm)	In	2.5	3	2
	Res	2.026	3.058	2.036
Z (Ω)	In	50	50	50
	Res	54.468	53.705	48.69



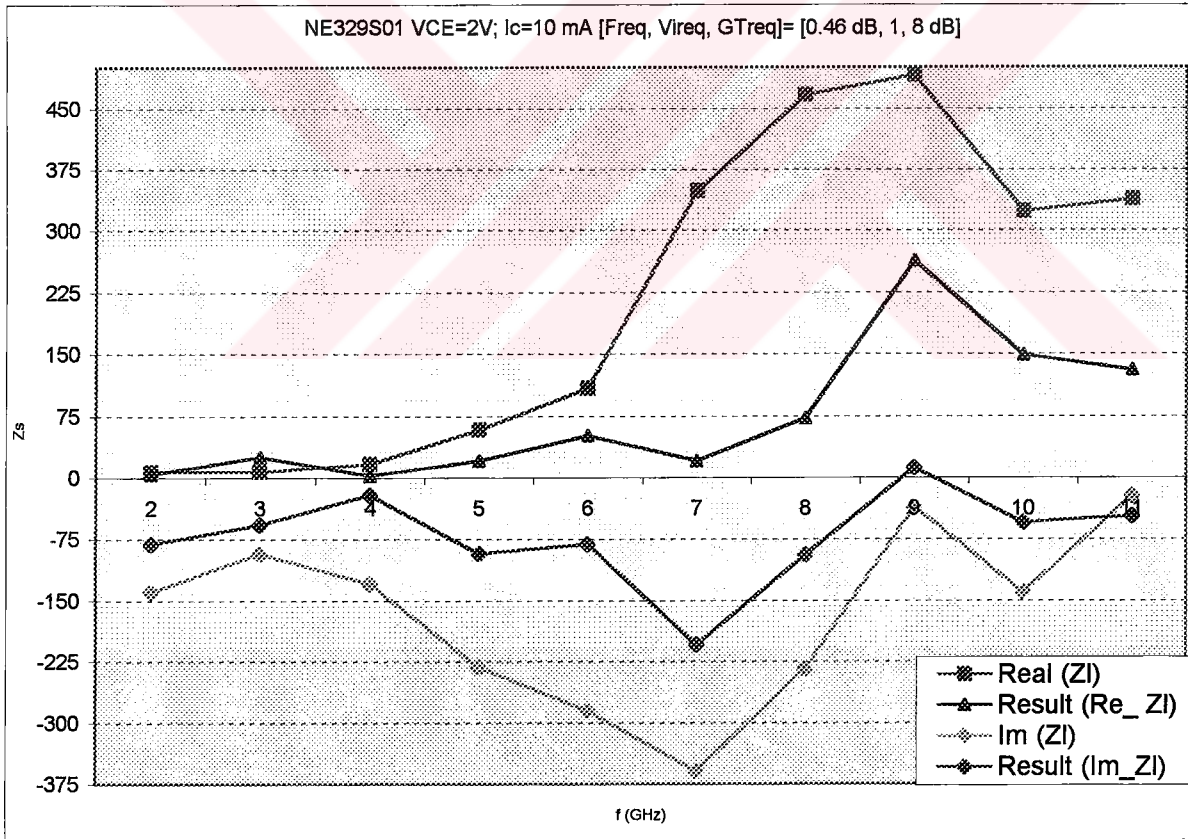
Şekil 38. NE329S01 uydurma devresi- 3 adet l değışkeni ve 3 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin OMC_Zd sonuçları

Ek 8.4 OMCCT_W uydurma devresinin 3 adet l değışkenleri, 3 adet Z_0 karakteristlik empedansı ve 2 adet W ağırlık katsayıları kullanılan programın sonucu

Başlangıç Koşullar $L= 2.5; 3; 2$ ve karakteristlik empedans olarak $Z_0=50; 50; 50 \Omega$

f (GHz)	Real (Zl)	Result (Re_Zl)	Im (Zl)	Result (Im_Zl)
2	7,02	4,02	-140,25	-81,32
3	7,217	24,94	-92,87	-57,54
4	16,737	2,38	-129,54	-21,47
5	58,081	20,56	-232,25	-92,91
6	108,49	51,01	-285,73	-80,78
7	348,35	20,16	-359,55	-204,14
8	466,23	72,65	-233,93	-94,65
9	490,78	263,21	-35,31	12,06
10	323,43	148,83	-139,79	-54,87
11	338,13	130,14	-22,98	-47,17

F		72.344		
L (cm)	In	2.5	3	2
	Res	1.986	3.042	2.018
Z (Ω)	In	50	50	50
	Res	57.424	53.113	48.006



Şekil 39. NE329S01 uydurma devresi- 3 adet l değışkeni, 3 adet Z_0 karakteristlik empedansı ve 2 adet W ağırlık katsayılı devresine ilişkin OMC_W sonuçları

Ek 8.5 NE329S01 tranzistörüyle çalışıldığı zaman $[F_{req}, V_{req}, G_{Treq}] = [0,46 \text{ dB}, 1, 12 \text{ dB}]$

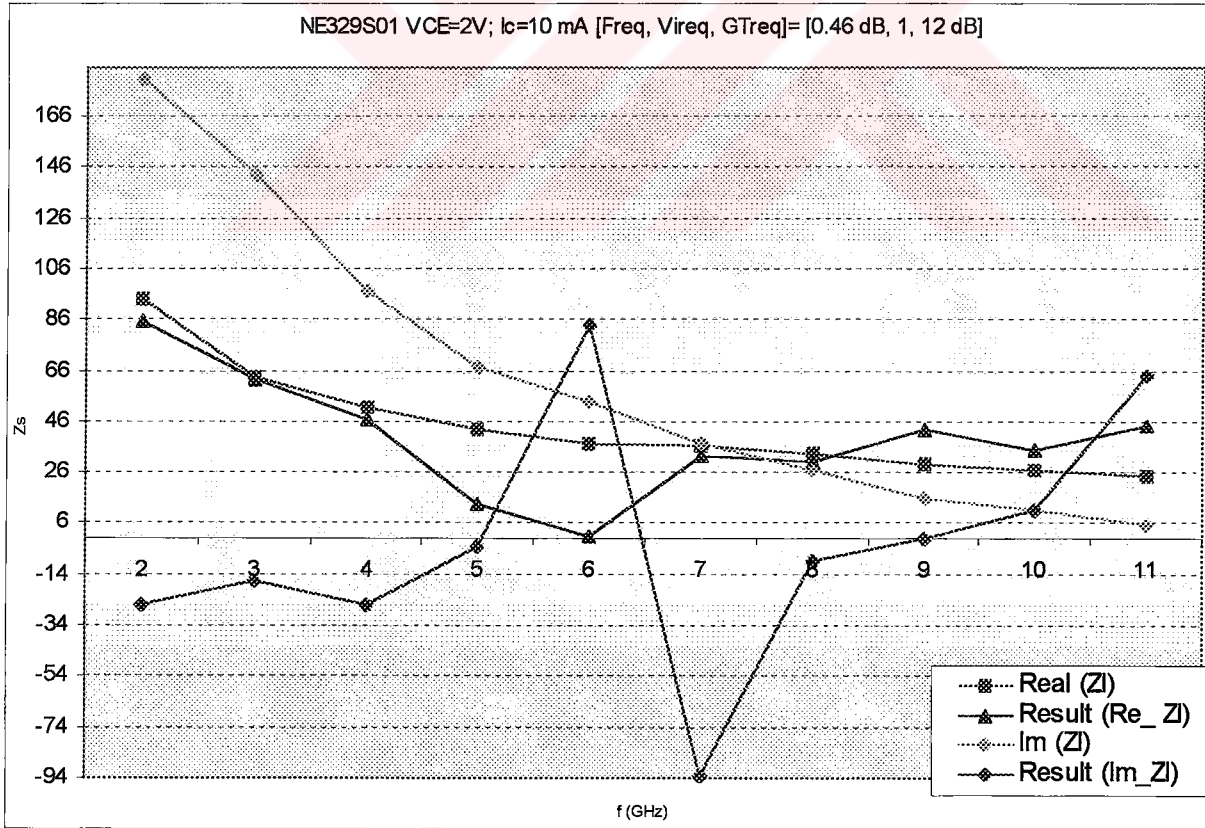
IMC devresine karşılık düşen sonuçlar

El 8.5.1 IMCCT_Zs uydurma devresinin 3 adet l değişkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Mutlak Hata Fonksiyonu Kullanıldı)

Başlangıç Koşullar $L = 2.5; 3; 2$ ve karakteristik empedans $Z_0 = 50; 50; 50 \Omega$

f(GHz)	Real (Zs)	Result (Re_Zs)	Im (Zs)	Result (Im_Zs)
2	93,99	85,71	180,61	-26,32
3	63,52	62,79	142,86	-16,64
4	51,04	46,92	97,29	-26,36
5	42,91	13,61	67,01	-2,78
6	37,57	0,61	54,02	84,11
7	36,57	32,29	36,9	-93,09
8	33,57	29,97	26,68	-8,72
9	29,43	42,66	15,87	0,05
10	26,92	34,94	11,49	11,42
11	24,89	44,04	5,53	64,09

F		7.256e+003		
L (cm)	In	2.5	3	2
	Res	1.845	3.458	1.968
Z (Ω)	In	50	50	50
	Res	82.62	49.497	76.23



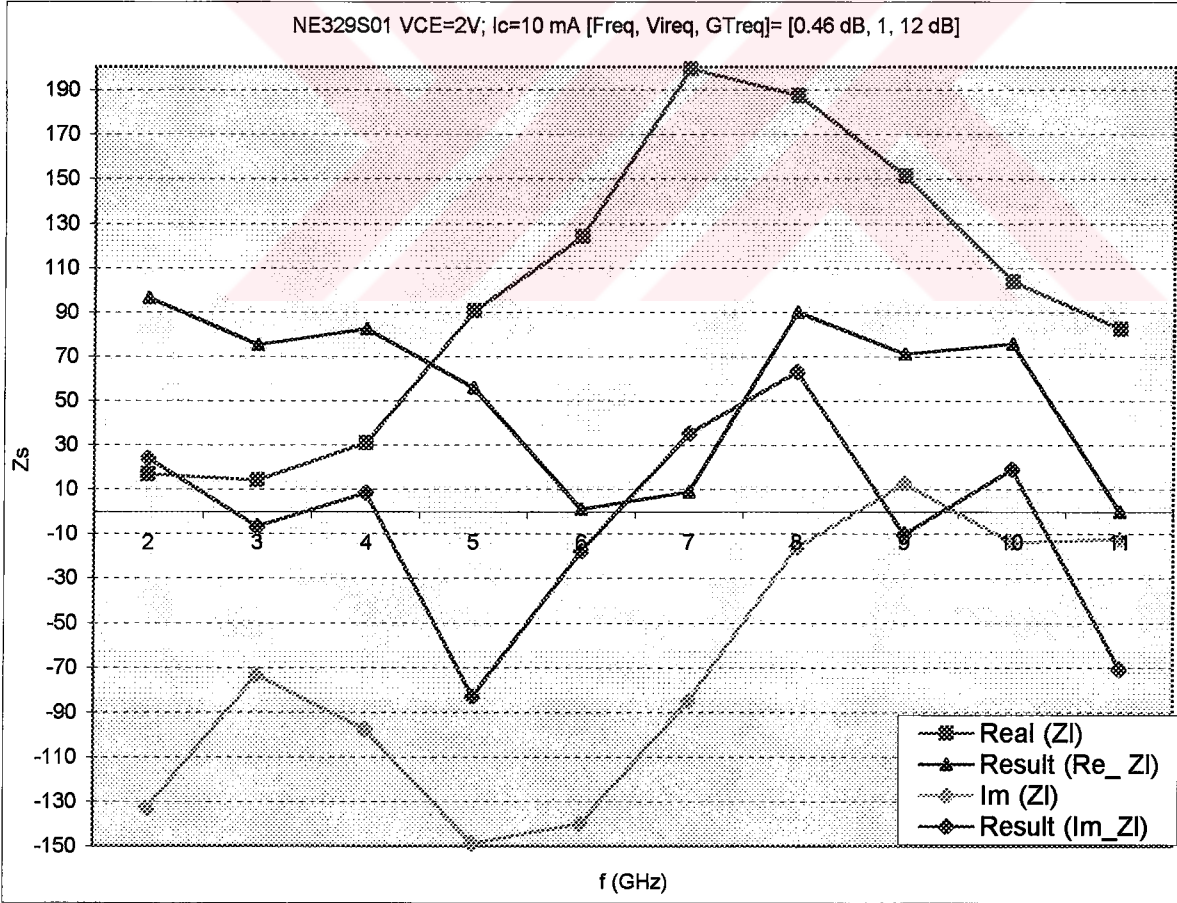
Şekil 40. NE329S01 uydurma devresi- 3 adet l değişkeni ve 3 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin IMC_Zs sonuçları

Ek 8.5.2 OMCCT_ZI uydurma devresinin 3 adet l değışkenleri ve 3 adet Z_0 karakteristik empedansı kullanılan programın sonucu (Mutlak Hata Fonksiyonu Kullanıldı)

Başlangıç koşullar $L= 2.5; 3; 2$ ve karakteristik empedans $Z_0=50; 50; 50 \Omega$

f(GHz)	Real (Zl)	Result (Re_Zl)	Im (Zl)	Result (Im_Zl)
2	16,87	96,22	-132,82	24,01
3	14,11	75,14	-73,29	-6,74
4	30,96	82,37	-97,55	8,36
5	90,71	55,79	-148,77	-82,94
6	124,07	1,13	-139,91	-17,62
7	199,05	9,05	-84,98	35,25
8	187,32	89,88	-16,17	63,14
9	151,03	71,26	12,81	-10,13
10	103,88	75,72	-14,06	19,18
11	82,37	0,04	-12,12	-70,69

F		5.,235e+003		
L (cm)	In	2.5	3	2
	Res	2.026	3.064	2.063
Z (Ω)	In	50	50	50
	Res	54.86	53.71	48.63



Şekil 41. NE329S01 uydurma devresi- 3 adet l değışkeni ve 3 adet Z_0 karakteristik empedanslı T devresine ilişkin OMC_ZI sonuçları

Ek 9 MATLAB PROGRAMLARI**NE02135CAT**

```
function F=tez_NE02135CAT(l)
```

```
%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir*****
%*****YTU Fen Bilimleri Enstitusu No: 1172741*****
%*****Proje Danismani Prof. Dr. Filiz GUNES*****
%*****
```

```
% tez_NE02135CAT fonksiyonu uydurma devresinin 6 adet l degiskenlerini ve bu
% devrelere iliskin ortak z empedansini F hata fonksiyonunu minimize etmek
% suretiyle belirler.
```

```
% Programda Kullanilan Tranzistör Parmetreleri NE02135C Tranzistörüne Iliskindir.
% Tranzistör için Vce=10 V; Ic=20 mA olarak alınmistir.
% Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GUNES'in Çalismalarindan Derlenmistir.
% Giris Bilgilerinin bin klasoru altindaki csv uzantili dosyalardan okunmasi
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
```

```
In = DLMREAD('Dosya_Inp.csv',';',0,0,'A1..N14');
```

```
% Kaynak ve Yuk Empedanslari
```

```
Zs_const=50;
```

```
Rs_const=real(Zs_const);
```

```
Zl_const=50;
```

```
Rl_const=real(Zl_const);
```

```
% Gürültü Faktörü Referans Degeri
```

```
Fr=10^(Const(4)*0.1);
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedansları
```

```
n=Const(1);
```

```
z=l(7);
```

```
% Referans Kazanç Değeri
```

```
Gref=10^(Const(10)*0.1);
```

```
% İlk Değerlerin Tanımlanması
```

```
Gt=zeros(n,1);
```

```
Gav=zeros(n,1);
```

```
E1=zeros(2,2);
```

```
E2=zeros(2,2);
```

```
E3=zeros(2,2);
```

```
E4=zeros(2,2);
```

```
E5=zeros(2,2);
```

```
E6=zeros(2,2);
```

```
MRin=zeros(n,1);
```

```
EN=zeros(n,1);
```

```
GT=zeros(n,1);
```

```
LT=zeros(n,1);
```

```
Noise=zeros(n,1);
```

```
Zs=ones(n,7);
```

```
Zopt=zeros(n,1);
```

```
Zout=zeros(n,1);
```

```
Rout=zeros(n,1);
```

```
Zm=zeros(n,7);
```

```
Zi7=zeros(n,1);
```

```
A=zeros(n,1);
```

```
B=zeros(n,1);
```

```
C=zeros(n,1);
```

```
D=zeros(n,1);
```

```
AA=zeros(n,1);
```

```
BB=zeros(n,1);
```

```
CC=zeros(n,1);
```

```
DD=zeros(n,1);
```

```
EE=zeros(n,1);
```

```
FF=zeros(n,1);
```

```
GG=zeros(n,1);
```

```
HH=zeros(n,1);
```

```
roi=zeros(n,1);
```

```
EVi=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
% S Parametrelerinin hesaplanması
```

```
S = MATCOMP(ln(:, [3:2:9, 12]), ln(:, [4:2:10, 13]));
```

```
G_opt=S(:,5);
```

```
S = S(:,1:4);
```

```
% ABCD Parametrelerinin Hesabi
```

```

A = ((1+S(:,1)).*(1-S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
B = 50.*((1+S(:,1)).*(1+S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
C = (1/50).*((1-S(:,1)).*(1-S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
D = ((1-S(:,1)).*(1+S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));

```

```

%           Tranzistörün Esdeger Gürültü Direnci

```

```

Rn =In(:,14).*Const(2);

```

```

%           Minimum Gürültü Faktörü

```

```

Fmin =10.^(In(:,11).*0.1);

```

```

%           Thetaların Hesabi (1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01
ve 1*10^9 ile çarpılıyor. )

```

```

Theta=(2*pi/(3*1e8))*kron(1*1e-2,In(:,2)*1e9);

```

```

%           Kazancın Hesaplanması

```

```

for n=1:Const(1)

```

```

E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z,cos(Theta(n,1))];

```

```

E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z,cos(Theta(n,3))];

```

```

E4=[cos(Theta(n,4)),i.*z.*sin(Theta(n,4));i.*sin(Theta(n,4))./z,cos(Theta(n,4))];

```

```

E6=[cos(Theta(n,6)),i.*z.*sin(Theta(n,6));i.*sin(Theta(n,6))./z,cos(Theta(n,6))];

```

```

E2=[1,0;-i./(z.*tan(Theta(n,2))),1];

```

```

E5=[1,0;-i./(z.*tan(Theta(n,5))),1];

```

```

M=E1*E2*E3*[A(n),B(n);C(n),D(n)]*E4*E5*E6;

```

```

Gt(n)=4*Rs_const*Rl_const/(

```

```

abs(M(1,1).*Zl_const+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*Zl_const+M(2,2)) ).^2)

```



```
Zin(n)=(M(1,1).*Zl_const+M(1,2))./(M(2,1).*Zl_const+M(2,2));
```

```
MRin(n)=abs(Zs_const-conj(Zin(n)))/abs((Zs_const+Zin(n)))
```

```
Zout=(M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const);
```

```
Rout=real(Zout);
```

```
Gav(n)=4*Rs_const*Rout/(
```

```
abs(M(1,1).*conj(Zout)+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*conj(Zout)+M(2,2))).^2);
```

```
end
```

```
% İlk Katin Kaynak Empedansi
```

```
Zs(:,1)=Zs_const*ones(n,1);
```

```
% İkinci Katin Kaynak Empedansi
```

```
Zs(:,2)=(i.*z.*sin(Theta(:,1))+cos(Theta(:,1)).*Zs(:,1))./(cos(Theta(:,1))+i.*sin(Theta(:,1)).*Zs(:,1))./z);
```

```
% Üçüncü Katin Kaynak Empedansi
```

```
Zs(:,3)=Zs(:,2)./(1+(-i./(z.*(tan(Theta(:,2)))))).*Zs(:,2));
```

```
% Dördüncü Katin Kaynak Empedansi
```

```
Zs(:,4)=(i.*z.*sin(Theta(:,3))+cos(Theta(:,3)).*Zs(:,3))./(cos(Theta(:,3))+i.*sin(Theta(:,3)).*Zs(:,3))./z);
```

```
% Tranzistör için Optimum Kaynak Empedansi
```

```
Zopt=50*(1+G_opt)/(1-G_opt);
```

```
Rs4=real(Zs(:,4));
Ropt=real(Zopt);
```

```
% Giriş Uydurma Devresi Pasif Ve Kayıpsız Olduğundaki Transduser Güç Kazancı
```

```
GT=4*Rs4.*Ropt./((abs(Zs(:,4))+conj(Zopt))).^2;
LT=1./GT;
```

```
Noise=(4*Rn.*Ropt.*(1./GT-1))./((abs(Zopt)).^2)+Fmin
```

```
% Gürültü Hata ifadesi
```

```
EN=1+(Fr*ones(n,1)-Fmin).*((abs(Zopt)).^2)./(4*Rn.*Ropt)-(1./GT);
```

```
% İlk Katın Kaynak Empedansı
```

```
Zm(:,1)=-conj(Zs_const)*ones(n,1);
Zs(:,1)=Zs_const*ones(n,1);
AA=abs(
(cos(Theta(:,1))+i.*sin(Theta(:,1)).*Zm(:,1))./z)./(cos(Theta(:,1))+i.*sin(Theta(:,1)).*Zs(:,1))./z
));
```

```
% İkinci Katın Kaynak Empedansı
```

```
Zm(:,2)=(i.*z.*sin(Theta(:,1))-cos(Theta(:,1)).*conj(Zs(:,1)))./(cos(Theta(:,1))-
i.*sin(Theta(:,1)).*conj(Zs(:,1))./z);
Zs(:,2)=(i.*z.*sin(Theta(:,1))+cos(Theta(:,1)).*Zs(:,1))./(cos(Theta(:,1))+i.*sin(Theta(:,1)).*Z
s(:,1))./z);
BB=abs((1+(-i.*Zm(:,2))./z.*tan(Theta(:,2))))/(1+(-i.*Zs(:,2))./z.*tan(Theta(:,2)))));
```

```
% Üçüncü Katın Kaynak Empedansı
```

```
Zm(:,3)=-conj(Zs(:,2))./(1+(-i.*conj(Zs(:,2))./z.*tan(Theta(:,2)))));
Zs(:,3)=(Zs(:,2))./(1+(-i.*Zs(:,2))./z.*tan(Theta(:,2)))));
```

CC=abs((cos(Theta(:,3))+i.*sin(Theta(:,3)).*Zm(:,3)/z)/(cos(Theta(:,3))+i.*sin(Theta(:,3)).*Zs(:,3)/z));

% Dördüncü Katin Kaynak Empedansi

Zm(:,4)=(i.*z.*sin(Theta(:,3))-cos(Theta(:,3)).*conj(Zs(:,3)))/(cos(Theta(:,3))-i.*sin(Theta(:,3)).*conj(Zs(:,3)/z));

Zs(:,4)=(i.*z.*sin(Theta(:,3))+cos(Theta(:,3)).*Zs(:,3))/(cos(Theta(:,3))+i.*sin(Theta(:,3)).*Zs(:,3)/z);

DD=abs((A+C.*Zm(:,4))/(A-C.*Zs(:,4)));

% Besinci Katin Kaynak Empedansi

Zm(:,5)=(B-D.*conj(Zs(:,4)))/(A-C.*conj(Zs(:,4)));

Zs(:,5)=(B+D.*Zs(:,4))/(A-C.*Zs(:,4));

EE=abs((cos(Theta(:,4))+i.*sin(Theta(:,4)).*Zm(:,5)/z)/(cos(Theta(:,4))+i.*sin(Theta(:,4)).*Zs(:,5)/z));

% Altinci Katin Kaynak Empedansi

Zm(:,6)=(i.*z.*sin(Theta(:,4))-cos(Theta(:,4)).*conj(Zs(:,5)))/(cos(Theta(:,4))-i.*sin(Theta(:,4)).*conj(Zs(:,5)/z));

Zs(:,6)=(i.*z.*sin(Theta(:,4))+cos(Theta(:,4)).*Zs(:,5))/(cos(Theta(:,4))+i.*sin(Theta(:,4)).*Zs(:,5)/z);

FF=abs((1+(-i.*Zm(:,6))/(z.*tan(Theta(:,5))))/(1+(-i.*Zs(:,6))/(z.*tan(Theta(:,5)))));

% Yedinci Katin Kaynak Empedansi

Zm(:,7)=(-conj(Zs(:,6)))/(1-(-i.*conj(Zs(:,6)))/(z.*tan(Theta(:,5)))));

Zs(:,7)=(Zs(:,6))/(1+(-i.*Zs(:,6))/(z.*tan(Theta(:,5)))));

GG=abs((cos(Theta(:,6))+i.*sin(Theta(:,6)).*Zm(:,7)/z)/(cos(Theta(:,6))+i.*sin(Theta(:,6)).*Zs(:,7)/z));

% Yedinci Katin Giriş Empedansi

```
Zi7=z.*(Zl_const+i.*z.*tan(Theta(:,6)))./(z+i.*Zl_const*tan(Theta(:,6)));
```

```
HH=abs((Zi7+Zm(:,7))./(Zi7+Zs(:,7)));
```

```
roi=AA.*BB.*CC.*DD.*EE.*FF.*GG.*HH;
```

```
roir=(Const(5)-1)/(Const(5)+1);
```

```
EVi=log(roir.^2)*ones(n,1)-log(MRin.^2);
```

```
% Sistem in toplam hata fonksiyonunu hesaplayan program
```

```
toplam=exp(-Const(6).*EN)+exp(-Const(7).*EVi)+Const(8).*((Gt-Gref*ones(n,1)).^2);
```

```
F=sum(toplam)
```

```
function F=tez_NE02135CBT(l)
```

```
%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir*****
%*****YTU Fen Bilimleri Enstitusu No: 1172741*****
%*****Tez Danismani Prof. Dr. Filiz GÜNES*****
%*****
```

```
% tez_NE02135CBT fonksiyonu uydurma devresinin 6 adet z empedansini ve bu
% devrelere iliskin ortak l uzunlugunu F hata fonksiyonunu minimize etmek
% suretiyle belirler.
```

```
% Programda Kullanilan Tranzistör Parmetreleri NE02135C Tranzistörüne Iliskindir.
% Tranzistör için Vce=10 V; Ic=20 mA olarak alinmistir.
% Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GUNES'in Çalismalarindan Derlenmistir.
```

```
% Giris Bilgilerinin bin klasoru altindaki csv uzantili dosyalardan okunmasi
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
In = DLMREAD('Dosya_Inp.csv',';',0,0,'A1..N14');
```

```
% Kaynak ve Yuk Empedanslari
```

```
Zs_const=50;
Rs_const=real(Zs_const);
```

```
Zl_const=50;
Rl_const=real(Zl_const);
```

```
% Gürültü Faktörü Referans Degeri
```

```
Fr=10^(Const(4)*0.1)
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedanslari
```

```
n=Const(1);
```

```
z1=l(1);
```

```
z2=l(2);
```

```
z3=l(3);
```

```
z4=l(4);
```

```
z5=l(5);
```

```
z6=l(6);
```

```
l=2.5*ones(1,7);
```

```
% Referans Kazanç Degeri
```

```
Gref=10^(Const(10)*0.1);
```

```
% İlk Degerlerin Tanimlanmasi
```

```
Gt=zeros(n,1);
```

```
Gav=zeros(n,1);
```

```
E1=zeros(2,2);
```

```
E2=zeros(2,2);
```

```
E3=zeros(2,2);
```

```
E4=zeros(2,2);
```

```
E5=zeros(2,2);
```

```
E6=zeros(2,2);
```

```
MRin=zeros(n,1)
```

```
EN=zeros(n,1);
```

```
GT=zeros(n,1);
```

```
LT=zeros(n,1);
```

```
Noise=zeros(n,1);
```

```
Zs=ones(n,7);
```

```
Zopt=zeros(n,1);
```

```
Zout=zeros(n,1);
```

```
Rout=zeros(n,1);
```

```
Zm=zeros(n,7);
```

```
Zi7=zeros(n,1);
```

```
A=zeros(n,1);
```

```
B=zeros(n,1);
```

```
C=zeros(n,1);
```

```
D=zeros(n,1);
```

```
EVi=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
% S Parametrelerinin hesaplanmasi
```

```
S = MATCOMP(In(:,[3:2:9,12]),In(:,[4:2:10,13]));
```

```
G_opt=S(:,5);
```

```
S = S(:,1:4);
```

```
% ABCD Parametrelerinin Hesabi
```

```
A = ((1+S(:,1)).*(1-S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
B = 50.*((1+S(:,1)).*(1+S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
C = (1/50).*((1-S(:,1)).*(1-S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
D = ((1-S(:,1)).*(1+S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
% Tranzistörün Esdeger Gürültü Direnci
```



```
Rn =ln(:,14).*Const(2);
```

```
% Minimum Gürültü Faktörü
```

```
Fmin =10.^(ln(:,11).*0.1);
```

```
% Thetaların Hesabi (% 1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve 1*10^9 ile çarpılıyor)
```

```
Theta=(2*pi/(3*1e8))*kron(1*1e-2,ln(:,2)*1e9);
```

```
% Kazancın Hesaplanması
```

```
for n=1:Const(1)
```

```
E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z1.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z1,cos(Theta(n,1))];
```

```
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z3.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z3,cos(Theta(n,3))];
```

```
E4=[cos(Theta(n,4)),i.*z4.*sin(Theta(n,4));i.*sin(Theta(n,4))./z4,cos(Theta(n,4))];
```

```
E6=[cos(Theta(n,6)),i.*z6.*sin(Theta(n,6));i.*sin(Theta(n,6))./z6,cos(Theta(n,6))];
```

```
E2=[1,0;-i./(z2.*tan(Theta(n,2))),1];
```

```
E5=[1,0;-i./(z5.*tan(Theta(n,5))),1];
```

```
M=E1*E2*E3*[A(n),B(n);C(n),D(n)]*E4*E5*E6;
```

```
Gt(n)=4*Rs_const*RI_const/(  
abs(M(1,1).*Zl_const+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*Zl_const+M(2,2)) ).^2)
```

```
Zin(n)=(M(1,1).*Zl_const+M(1,2))./(M(2,1).*Zl_const+M(2,2));
```

```
MRin(n)=abs((Zs_const-conj(Zin(n)))/(Zs_const+Zin(n)))
```

```
Zout=(M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const);
```

```
Rout=real(Zout);
```

```

Gav(n)=4*Rs_const*Rout/(
abs(M(1,1).*conj(Zout)+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*conj(Zout)+M(2,2))).^2);

end

%           İlk Katin Kaynak Empedansi

Zs(:,1)=Zs_const*ones(n,1);

%           İkinci Katin Kaynak Empedansi

Zs(:,2)=(i.*z1.*sin(Theta(:,1))+cos(Theta(:,1)).*Zs(:,1))./(cos(Theta(:,1))+i.*sin(Theta(:,1)).*
Zs(:,1)./z1);

%           Üçüncü Katin Kaynak Empedansi

Zs(:,3)=Zs(:,2)./(1+(-i./(z2.*(tan(Theta(:,2)))))).*Zs(:,2));

%           Dördüncü Katin Kaynak Empedansi

Zs(:,4)=(i.*z3.*sin(Theta(:,3))+cos(Theta(:,3)).*Zs(:,3))./(cos(Theta(:,3))+i.*sin(Theta(:,3)).*
Zs(:,3)./z3);

%           Tranzistör için Optimum Kaynak Empedansi

Zopt=50*(1+G_opt)./(1-G_opt);
Rs4=real(Zs(:,4));
Ropt=real(Zopt);

%           Giriş Uydurma Devresi Pasif Ve Kayıpsız Olduğundaki Transduser Güç Kazancı

GT=4*Rs4.*Ropt./(abs(Zs(:,4))+conj(Zopt)).^2;
LT=1./GT;

```

```
Noise=(4*Rn.*Ropt.*(1./GT-1))./((abs(Zopt)).^2)+Fmin
```

```
%           Gürültü Hata ifadesi
```

```
EN=1+(Fr*ones(n,1)-Fmin).*((abs(Zopt)).^2)./(4*Rn.*Ropt)-(1./GT);
```

```
roir=(Const(5)-1)/(Const(5)+1);
```

```
EVi=log(roir.^2)*ones(n,1)-log(MRin.^2);
```

```
%           Sistemin toplam hata fonksiyonunu hesaplayan program
```

```
toplama=exp(-Const(6).*EN)+exp(-Const(7).*EVi)+Const(8).*((Gt-Gref*ones(n,1)).^2);
```

```
F=sum(toplama)
```

NE02135CCT

function F=tez_NE02135CCT(1)

```
%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir*****
%*****YTU Fen Bilimleri Enstitusu No: 1172741*****
%*****Tez Danismani Prof. Dr. Filiz GÜNES*****
%*****
```

```
% tez_NE02135CCT fonksiyonu uydurma devresinin 6 adet l degiskenlerini ve bu
% devrelere iliskin 6 adet z empedansini F hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle
% belirler.
```

```
% Programda Kullanilan Tranzistör Parmetreleri NE02135C Tranzistörüne Iliskindir.
% Tranzistör için Vce=10 V; Ic=20 mA olarak alınmistir.
% Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GUNES'in Çalismalarindan Derlenmistir.
```

```
% Giris Bilgilerinin bin klasoru altindaki csv uzantili dosyalardan okunmasi
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
```

```
In = DLMREAD('Dosya_Inp.csv',';',0,0,'A1..N14');
```

```
% Kaynak ve Yuk Empedanslari
```

```
Zs_const=50;
```

```
Rs_const=real(Zs_const);
```

```
Zl_const=50;
```

```
Rl_const=real(Zl_const);
```

```
% Gürültü Faktörü Referans Degeri
```

```
Fr=10^(Const(4)*0.1)
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarinin karakteristik empedanslari
```

```
n=14;
```

```
z1=l(7);
```

```
z2=l(8);
```

```
z3=l(9);
```

```
z4=l(10);
```

```
z5=l(11);
```

```
z6=l(12);
```

```
l1=l(1);
```

```
l2=l(2);
```

```
l3=l(3);
```

```
l4=l(4);
```

```
l5=l(5);
```

```
l6=l(6);
```

```
% Referans Kazanç Degeri
```

```
Gref=10^(Const(10)*0.1);
```

```
% İlk Degerlerin Tanimlanmasi
```

```
Gt=zeros(n,1);
```

```
Gav=zeros(n,1);
```

```
E1=zeros(2,2);
```

```
E2=zeros(2,2);
```

```
E3=zeros(2,2);
```

```
E4=zeros(2,2);
```

```
E5=zeros(2,2);
```

```
E6=zeros(2,2);
```

```
MRin=zeros(n,1);
```

```
EN=zeros(n,1);
```

```
GT=zeros(n,1);
```

```
LT=zeros(n,1);
```

```
Noise=zeros(n,1);
```

```
Zs=ones(n,7);
```

```
Zopt=zeros(n,1);
```

```
Zout=zeros(n,1);
```

```
Rout=zeros(n,1);
```

```
Zm=zeros(n,7);
```

```
Zi7=zeros(n,1);
```

```
A=zeros(n,1);
```

```
B=zeros(n,1);
```

```
C=zeros(n,1);
```

```
D=zeros(n,1);
```

```
EVi=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
% S Parametrelerinin hesaplanması
```

```
S = MATCOMP(ln(:, [3:2:9,12]), ln(:, [4:2:10,13]));
```

```
G_opt=S(:,5);
```

```
S = S(:,1:4);
```

```
% ABCD Parametrelerinin Hesabi
```

```
A = ((1+S(:,1)).*(1-S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```

B = 50.*((1+S(:,1)).*(1+S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
C = (1/50).*((1-S(:,1)).*(1-S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
D = ((1-S(:,1)).*(1+S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));

```

```
%          Tranzistörün Esdeger Gürültü Direnci
```

```
Rn =In(:,14).*Const(2);
```

```
%          Minimum Gürültü Faktörü
```

```
Fmin =10.^(In(:,11).*0.1);
```

```
%          Thetaların Hesabi
```

```
Theta=(2*pi/(3*1e8))*kron(1*1e-2,In(:,2)*1e9);
```

```
%          1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve 1*10^9 ile
çarpılıyor.
```

```
%          Kazancın Hesaplanması
```

```
for n=1:Const(1)
```

```
E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z1.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z1,cos(Theta(n,1))];
```

```
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z3.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z3,cos(Theta(n,3))];
```

```
E4=[cos(Theta(n,4)),i.*z4.*sin(Theta(n,4));i.*sin(Theta(n,4))./z4,cos(Theta(n,4))];
```

```
E6=[cos(Theta(n,6)),i.*z6.*sin(Theta(n,6));i.*sin(Theta(n,6))./z6,cos(Theta(n,6))];
```

```
E2=[1,0;-i./(z2.*tan(Theta(n,2))),1];
```

```
E5=[1,0;-i./(z5.*tan(Theta(n,5))),1];
```

```
M=E1*E2*E3*[A(n),B(n);C(n),D(n)]*E4*E5*E6;
```

```
Gt(n)=4*Rs_const*Rl_const/(
```

```
abs(M(1,1).*Zl_const+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*Zl_const+M(2,2))).^2)
```



```
Zin(n)=(M(1,1).*Zl_const+M(1,2))./(M(2,1).*Zl_const+M(2,2));
```

```
MRin(n)=abs(Zs_const-conj(Zin(n)))/abs((Zs_const+Zin(n)))
```

```
Zout=(M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const);
```

```
Rout=real(Zout);
```

```
Gav(n)=4*Rs_const*Rout/(
```

```
abs(M(1,1).*conj(Zout)+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*conj(Zout)+M(2,2))).^2);
```

```
end
```

```
% İlk Katin Kaynak Empedansi
```

```
Zs(:,1)=Zs_const*ones(n,1);
```

```
% İkinci Katin Kaynak Empedansi
```

```
Zs(:,2)=(i.*z1.*sin(Theta(:,1))+cos(Theta(:,1)).*Zs(:,1))./(cos(Theta(:,1))+i.*sin(Theta(:,1))).*  
Zs(:,1)./z1);
```

```
% Üçüncü Katin Kaynak Empedansi
```

```
Zs(:,3)=Zs(:,2)./(1+(-i./(z2.*(tan(Theta(:,2)))))).*Zs(:,2));
```

```
% Dördüncü Katin Kaynak Empedansi
```

```
Zs(:,4)=(i.*z3.*sin(Theta(:,3))+cos(Theta(:,3)).*Zs(:,3))./(cos(Theta(:,3))+i.*sin(Theta(:,3))).*  
Zs(:,3)./z3);
```

```
% Transistör için Optimum Kaynak Empedansi
```

```
Zopt=50*(1+G_opt)/(1-G_opt);
```

```
Rs4=real(Zs(:,4));
Ropt=real(Zopt);
```

```
% Giriş Uydurma Devresi Pasif Ve Kayıpsız Olduğundaki Transduser Güç Kazancı
```

```
GT=4*Rs4.*Ropt./((abs(Zs(:,4))+conj(Zopt))).^2;
LT=1./GT;
```

```
Noise=(4*Rn.*Ropt.*(1./GT-1))./((abs(Zopt)).^2)+Fmin
```

```
% Gürültü Hata ifadesi
```

```
EN=1+(Fr*ones(n,1)-Fmin).*((abs(Zopt)).^2)./(4*Rn.*Ropt)-(1./GT);
```

```
roir=(Const(5)-1)/(Const(5)+1);
```

```
EVi=log(roir.^2)*ones(n,1)-log(MRin.^2);
```

```
% Sistemin toplam hata fonksiyonunu hesaplayan program
```

```
toplam=exp(-Const(6).*EN)+exp(-Const(7).*EVi)+Const(8).*((Gt-Gref*ones(n,1)).^2);
```

```
F=sum(toplam)
```

NE02135CAII

function F=tez_NE02135CAP(l)

```
%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir*****
%*****YTU Fen Bilimleri Enstitusu No: 1172741*****
%*****Proje Danismani Prof. Dr. Filiz GUNES*****
%*****
```

```
% tez_NE02135CAP fonksiyonu uydurma devresinin 6 adet l degiskenlerini ve bu
% devrelere iliskin ortak z empedansini F hata fonksiyonunu minimize etmek
% suretiyle belirler.
```

```
% Programda Kullanilan Tranzistör Parmetreleri NE02135C Tranzistörüne Iliskindir.
% Tranzistör için Vce=10 V; Ic=20 mA olarak alınmistir.
% Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GUNES'in Çalismalarından Derlenmistir.
```

```
% Giriş Bilgilerinin bin klasoru altındaki csv uzantili dosyalardan okunması
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
In = DLMREAD('Dosya_Inp.csv',';',0,0,'A1..N14');
```

```
% Kaynak ve Yuk Empedanslari
```

```
Zs_const=50;
Rs_const=real(Zs_const);
```

```
Zl_const=50;
Rl_const=real(Zl_const);
```

```
% Gürültü Faktörü Referans Degeri
```

```
Fr=10^(Const(4)*0.1);
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedanslari
```

```
n=Const(1);
```

```
z=l(7);
```

```
% Referans Kazanç Degeri
```

```
Gref=10^(Const(10)*0.1);
```

```
% İlk Degerlerin Tanimlanmasi
```

```
Gt=zeros(n,1);
```

```
Gav=zeros(n,1);
```

```
E1=zeros(2,2);
```

```
E2=zeros(2,2);
```

```
E3=zeros(2,2);
```

```
E4=zeros(2,2);
```

```
E5=zeros(2,2);
```

```
E6=zeros(2,2);
```

```
MRin=zeros(n,1);
```

```
EN=zeros(n,1);
```

```
GT=zeros(n,1);
```

```
LT=zeros(n,1);
```

```
Noise=zeros(n,1);
```

```
Zs=ones(n,7);
```

```
Zopt=zeros(n,1);
```

```
Zout=zeros(n,1);
```

```
Rout=zeros(n,1);
```

```
Zm=zeros(n,7);
```

```
Zi7=zeros(n,1);
```

```
A=zeros(n,1);
```

```
B=zeros(n,1);
```

```
C=zeros(n,1);
```

```
D=zeros(n,1);
```

```
EVi=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
%          S Parametrelerinin hesaplanması
```

```
S = MATCOMP(ln(:,[3:2:9,12]),ln(:,[4:2:10,13]));
```

```
G_opt=S(:,5);
```

```
S = S(:,1:4);
```

```
%          ABCD Parametrelerinin Hesabi
```

```
A = ((1+S(:,1)).*(1-S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
B = 50.*((1+S(:,1)).*(1+S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
C = (1/50).*((1-S(:,1)).*(1-S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
D = ((1-S(:,1)).*(1+S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
%          Tranzistörün Esdeger Gürültü Direnci
```

```
Rn =ln(:,14).*Const(2);
```

```
%          Minimum Gürültü Faktörü
```

```
Fmin =10.^(ln(:,11).*0.1);
```

```
%          Thetaların Hesabi
```

Theta=(2*pi/(3*1e8))*kron(1*1e-2,In(:,2)*1e9); % 1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden
oldugu için 0.01 ve 1*10^9 ile çarpiliyor.

% Kazancin Hesaplanması

for n=1:Const(1)

E1=[1,0;-i./(z.*tan(Theta(n,1))),1];

E3=[1,0;-i./(z.*tan(Theta(n,3))),1];

E4=[1,0;-i./(z.*tan(Theta(n,4))),1];

E6=[1,0;-i./(z.*tan(Theta(n,6))),1];

E2=[cos(Theta(n,2)),i.*z.*sin(Theta(n,2));i.*sin(Theta(n,2))./z,cos(Theta(n,2))];

E5=[cos(Theta(n,5)),i.*z.*sin(Theta(n,5));i.*sin(Theta(n,5))./z,cos(Theta(n,5))];

M=E1*E2*E3*[A(n),B(n);C(n),D(n)]*E4*E5*E6;

Gt(n)=4*Rs_const*Rl_const/
abs(M(1,1).*Zl_const+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*Zl_const+M(2,2))).^2)

Zin(n)=(M(1,1).*Zl_const+M(1,2))./(M(2,1).*Zl_const+M(2,2));

MRin(n)=abs(Zs_const-conj(Zin(n)))/abs((Zs_const+Zin(n)))

Zout=(M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const);

Rout=real(Zout);

Gav(n)=4*Rs_const*Rout/
abs(M(1,1).*conj(Zout)+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*conj(Zout)+M(2,2))).^2);

end

% İlk Katin Kaynak Empedansi

```
Zs(:,1)=Zs_const*ones(n,1);
```

```
% İkinci Katın Kaynak Empedansı
```

```
Zs(:,2)=Zs(:,1)/(1+(-i./(z.*(tan(Theta(:,1)))))).*Zs(:,1));
```

```
% Üçüncü Katın Kaynak Empedansı
```

```
Zs(:,3)=(i.*z.*sin(Theta(:,2))+cos(Theta(:,2)).*Zs(:,2))./(cos(Theta(:,2))+i.*sin(Theta(:,2)).*Zs(:,2))./z);
```

```
% Dördüncü Katın Kaynak Empedansı
```

```
Zs(:,4)=Zs(:,3)/(1+(-i./(z.*(tan(Theta(:,3)))))).*Zs(:,3));
```

```
% Tranzistör için Optimum Kaynak Empedansı
```

```
Zopt=50*(1+G_opt)/(1-G_opt);
```

```
Rs4=real(Zs(:,4));
```

```
Ropt=real(Zopt);
```

```
% Giriş Uydurma Devresi Pasif Ve Kayıpsız Olduğundaki Transduser Güç Kazancı
```

```
GT=4*Rs4.*Ropt/(abs(Zs(:,4))+conj(Zopt)).^2;
```

```
LT=1./GT;
```

```
Noise=(4*Rn.*Ropt.*(1./GT-1))./((abs(Zopt)).^2)+Fmin
```

```
% Gürültü Hata ifadesi
```

```
EN=1+(Fr*ones(n,1)-Fmin).*((abs(Zopt)).^2)/(4*Rn.*Ropt)-(1./GT);
```

```
roir=(Const(5)-1)/(Const(5)+1);
```



```
EVi=log(roir.^2)*ones(n,1)-log(MRin.^2);
```

```
% Sistem toplam hata fonksiyonunu hesaplayan program
```

```
toplama=exp(-Const(6).*EN)+exp(-Const(7).*EVi)+Const(8).*((Gt-Gref*ones(n,1)).^2);
```

```
F=sum(toplama)
```



NE02135CBII

function F=tez_NE02135CBP(1)

```
%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir*****
%*****YTU Fen Bilimleri Enstitusu No: 1172741*****
%*****Tez Danismani Prof. Dr. Filiz GUNES*****
%*****
```

```
% tez_NE02135CBP fonksiyonu uydurma devresinin 6 adet l degiskenlerini ve bu
% devrelere iliskin ortak z empedansini F hata fonksiyonunu minimize etmek
% suretiyle belirler.
```

```
% Programda Kullanilan Tranzistör Parmetreleri NE02135C Tranzistörüne Iliskindir.
% Tranzistör için Vce=10 V; Ic=20 mA olarak alınmistir.
% Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GUNES'in Çalismalarindan Derlenmistir.
```

```
% Giriş Bilgilerinin bin klasoru altındaki csv uzantili dosyalardan okunması
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
```

```
In = DLMREAD('Dosya_Inp.csv',';',0,0,'A1..N14');
```

```
% Kaynak ve Yuk Empedanslari
```

```
Zs_const=50;
```

```
Rs_const=real(Zs_const);
```

```
Zl_const=50;
```

```
Rl_const=real(Zl_const);
```

```
% Gürültü Faktörü Referans Degeri
```

```
Fr=10^(Const(4)*0.1)
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedanslari
```

```
n=Const(1);
```

```
z1=l(1);
```

```
z2=l(2);
```

```
z3=l(3);
```

```
z4=l(4);
```

```
z5=l(5);
```

```
z6=l(6);
```

```
l=2.5*ones(1,7);
```

```
% Referans Kazanç Degeri
```

```
Gref=10^(Const(10)*0.1);
```

```
% İlk Degerlerin Tanimlanmasi
```

```
Gt=zeros(n,1);
```

```
Gav=zeros(n,1);
```

```
E1=zeros(2,2);
```

```
E2=zeros(2,2);
```

```
E3=zeros(2,2);
```

```
E4=zeros(2,2);
```

```
E5=zeros(2,2);
```

```
E6=zeros(2,2);
```

```
MRin=zeros(n,1)
```

```
EN=zeros(n,1);
```

```
GT=zeros(n,1);
```

```
LT=zeros(n,1);
```

```
Noise=zeros(n,1);
```

```
Zs=ones(n,7);
```

```
Zopt=zeros(n,1);
```

```
Zout=zeros(n,1);
```

```
Rout=zeros(n,1);
```

```
Zm=zeros(n,7);
```

```
Zi7=zeros(n,1);
```

```
A=zeros(n,1);
```

```
B=zeros(n,1);
```

```
C=zeros(n,1);
```

```
D=zeros(n,1);
```

```
EVi=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
% S Parametrelerinin hesaplanması
```

```
S = MATCOMP(In(:,[3:2:9,12]),In(:,[4:2:10,13]));
```

```
G_opt=S(:,5);
```

```
S = S(:,1:4);
```

```
% ABCD Parametrelerinin Hesabi
```

```
A = ((1+S(:,1)).*(1-S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
B = 50.*((1+S(:,1)).*(1+S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
C = (1/50).*((1-S(:,1)).*(1-S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
D = ((1-S(:,1)).*(1+S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
% Tranzistörün Esdeger Gürültü Direnci
```

```
Rn =In(:,14).*Const(2);
```

```
% Minimum Gürültü Faktörü
```

```
Fmin =10.^(In(:,11).*0.1);
```

```
% Thetaların Hesabi (1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve 1*10^9 ile çarpılıyor)
```

```
Theta=(2*pi/(3*1e8))*kron(1*1e-2,In(:,2)*1e9);
```

```
% Kazancın Hesaplanması
```

```
for n=1:n
```

```
E1=[1,0;-i./(z1.*tan(Theta(n,1))),1];
```

```
E3=[1,0;-i./(z3.*tan(Theta(n,3))),1];
```

```
E4=[1,0;-i./(z4.*tan(Theta(n,4))),1];
```

```
E6=[1,0;-i./(z6.*tan(Theta(n,6))),1];
```

```
E2=[cos(Theta(n,2)),i.*z2.*sin(Theta(n,2));i.*sin(Theta(n,2))./z2,cos(Theta(n,2))];
```

```
E5=[cos(Theta(n,5)),i.*z5.*sin(Theta(n,5));i.*sin(Theta(n,5))./z5,cos(Theta(n,5))];
```

```
M=E1*E2*E3*[A(n),B(n);C(n),D(n)]*E4*E5*E6;
```

```
Gt(n)=4*Rs_const*RI_const/(  
abs(M(1,1).*Zl_const+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*Zl_const+M(2,2)) ).^2)
```

```
Zin(n)=(M(1,1).*Zl_const+M(1,2))./(M(2,1).*Zl_const+M(2,2));
```

```
MRin(n)=abs((Zs_const-conj(Zin(n)))/(Zs_const+Zin(n)))
```

```
Zout=(M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const);
```

```
Rout=real(Zout);
```

```

Gav(n)=4*Rs_const*Rout/(
abs(M(1,1).*conj(Zout)+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*conj(Zout)+M(2,2))).^2);

end

%       İlk Katin Kaynak Empedansi

Zs(:,1)=Zs_const*ones(n,1);

%       İkinci Katin Kaynak Empedansi

Zs(:,2)=Zs(:,1)/(1+(-i./(z1.*(tan(Theta(:,1)))))).*Zs(:,1));

%       Üçüncü Katin Kaynak Empedansi

Zs(:,3)=(i.*z2.*sin(Theta(:,2))+cos(Theta(:,2)).*Zs(:,2))./(cos(Theta(:,2))+i.*sin(Theta(:,2)).*
Zs(:,2)./z2);

%       Dördüncü Katin Kaynak Empedansi

Zs(:,4)=Zs(:,3)/(1+(-i./(z3.*(tan(Theta(:,3)))))).*Zs(:,3));

%       Tranzistör için Optimum Kaynak Empedansi

Zopt=50*(1+G_opt)/(1-G_opt);
Rs4=real(Zs(:,4));
Ropt=real(Zopt);

%       Giriş Uydurma Devresi Pasif Ve Kayıpsız Olduğundaki Transduser Güç Kazancı

GT=4*Rs4.*Ropt./(abs(Zs(:,4)+conj(Zopt))).^2;
LT=1./GT;

Noise=(4*Rn.*Ropt.*(1./GT-1))./((abs(Zopt)).^2)+Fmin

```

% Gürültü Hata ifadesi

$EN=1+(Fr*ones(n,1)-Fmin).*((abs(Zopt)).^2)/(4*Rn.*Ropt)-(1./GT);$

$roir=(Const(5)-1)/(Const(5)+1);$

$EVi=log(roir.^2)*ones(n,1)-log(MRin.^2);$

% Sistemin toplam hata fonksiyonunu hesaplayan program

$toplamlam=exp(-Const(6).*EN)+exp(-Const(7).*EVi)+Const(8).*((Gt-Gref*ones(n,1)).^2);$

$F=sum(toplam)$



NE02135CCII

function F=tez_NE02135CCP(l)


```
%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir*****
%*****YTU Fen Bilimleri Enstitusu No: 1172741*****
%*****Tez Danismani Prof. Dr. Filiz GUNES*****
%*****
```

```
% tez_NE02135CCP fonksiyonu uydurma devresinin 6 adet l degiskenlerini ve bu
% devrelere iliskin 6 adet z empedansini F hata fonksiyonunu minimize etmek
% suretiyle belirler.
```

```
% Programda Kullanilan Tranzistör Parmetreleri NE02135C Tranzistörüne Iliskindir.
% Tranzistör için Vce=10 V; Ic=20 mA olarak alınmistir.
% Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GUNES'in Çalismalarindan Derlenmistir.
```

```
% Giriş Bilgilerinin bin klasoru altındaki csv uzantili dosyalardan okunması
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
```

```
In = DLMREAD('Dosya_Inp.csv',';',0,0,'A1..N14');
```

```
% Kaynak ve Yuk Empedanslari
```

```
Zs_const=50;
```

```
Rs_const=real(Zs_const);
```

```
Zl_const=50;
```

```
Rl_const=real(Zl_const);
```

```
% Gürültü Faktörü Referans Degeri
```

```
Fr=10^(Const(4)*0.1)
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedanslari
```

```
n=Const(1);
```

```
z1=l(7);
```

```
z2=l(8);
```

```
z3=l(9);
```

```
z4=l(10);
```

```
z5=l(11);
```

```
z6=l(12);
```

```
l1=l(1);
```

```
l2=l(2);
```

```
l3=l(3);
```

```
l4=l(4);
```

```
l5=l(5);
```

```
l6=l(6);
```

```
% Referans Kazanç Degeri
```

```
Gref=10^(Const(10)*0.1);
```

```
% İlk Degerlerin Tanimlanmasi
```

```
Gt=zeros(n,1);
```

```
Gav=zeros(n,1);
```

```
E1=zeros(2,2);
```

```
E2=zeros(2,2);
```

```
E3=zeros(2,2);
```

```
E4=zeros(2,2);
```

```
E5=zeros(2,2);
```

```
E6=zeros(2,2);
```

```
MRin=zeros(n,1)
```

```
EN=zeros(n,1);
```

```
GT=zeros(n,1);
```

```
LT=zeros(n,1);
```

```
Noise=zeros(n,1);
```

```
Zs=ones(n,7);
```

```
Zopt=zeros(n,1);
```

```
Zout=zeros(n,1);
```

```
Rout=zeros(n,1);
```

```
Zm=zeros(n,7);
```

```
Zi7=zeros(n,1);
```

```
A=zeros(n,1);
```

```
B=zeros(n,1);
```

```
C=zeros(n,1);
```

```
D=zeros(n,1);
```

```
EVi=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
% S Parametrelerinin hesaplanmasi
```

```
S = MATCOMP(In(:,[3:2:9,12]),In(:,[4:2:10,13]));
```

```
G_opt=S(:,5);
```

```
S = S(:,1:4);
```

```
% ABCD Parametrelerinin Hesabi
```

```
A = ((1+S(:,1)).*(1-S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```

B = 50.*((1+S(:,1)).*(1+S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
C = (1/50).*((1-S(:,1)).*(1-S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
D = ((1-S(:,1)).*(1+S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));

```

```

%           Tranzistörün Esdeger Gürültü Direnci

```

```

Rn =In(:,14).*Const(2);

```

```

%           Minimum Gürültü Faktörü

```

```

Fmin =10.^(In(:,11).*0.1);

```

```

%           Thetaların Hesabi

```

```

Theta=(2*pi/(3*1e8))*kron(1*1e-2,In(:,2)*1e9); % 1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden
oldugu için 0.01 ve 1*10^9 ile çarpiliyor.

```

```

%           Kazancın Hesaplanması

```

```

for n=1:n

```

```

E1=[1,0;-i./(z1.*tan(Theta(n,1))),1];
E3=[1,0;-i./(z3.*tan(Theta(n,3))),1];
E4=[1,0;-i./(z4.*tan(Theta(n,4))),1];
E6=[1,0;-i./(z6.*tan(Theta(n,6))),1];
E2=[cos(Theta(n,2)),i.*z2.*sin(Theta(n,2));i.*sin(Theta(n,2))./z2,cos(Theta(n,2))];
E5=[cos(Theta(n,5)),i.*z5.*sin(Theta(n,5));i.*sin(Theta(n,5))./z5,cos(Theta(n,5))];

```

```

M=E1*E2*E3*[A(n),B(n);C(n),D(n)]*E4*E5*E6;

```

```

Gt(n)=4*Rs_const*RI_const/(
abs(M(1,1).*Zl_const+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*Zl_const+M(2,2))).^2)

```

```

Zin(n)=(M(1,1).*Zl_const+M(1,2))./(M(2,1).*Zl_const+M(2,2));

```

```
MRin(n)=abs((Zs_const-conj(Zin(n)))/(Zs_const+Zin(n)))
```

```
Zout=(M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const);
```

```
Rout=real(Zout);
```

```
Gav(n)=4*Rs_const*Rout/(
```

```
abs(M(1,1).*conj(Zout)+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*conj(Zout)+M(2,2))).^2);
```

```
end
```

```
% İlk Katin Kaynak Empedansi
```

```
Zs(:,1)=Zs_const*ones(n,1);
```

```
% İkinci Katin Kaynak Empedansi
```

```
Zs(:,2)=Zs(:,1)./(1+(-i./(z1.*(tan(Theta(:,1)))))).*Zs(:,1));
```

```
% Üçüncü Katin Kaynak Empedansi
```

```
Zs(:,3)=(i.*z2.*sin(Theta(:,2))+cos(Theta(:,2)).*Zs(:,2))./(cos(Theta(:,2))+i.*sin(Theta(:,2))).*  
Zs(:,2)./z2);
```

```
% Dördüncü Katin Kaynak Empedansi
```

```
Zs(:,4)=Zs(:,3)./(1+(-i./(z3.*(tan(Theta(:,3)))))).*Zs(:,3));
```

```
% Tranzistör için Optimum Kaynak Empedansi
```

```
Zopt=50*(1+G_opt)/(1-G_opt);
```

```
Rs4=real(Zs(:,4));
```

```
Ropt=real(Zopt);
```

% Giriş Uydurma Devresi Pasif Ve Kayıpsız Oldugundaki Transduser Güç Kazancı

GT=4*Rs4.*Ropt./((abs(Zs(:,4))+conj(Zopt))).^2;

LT=1./GT;

Noise=(4*Rn.*Ropt.*(1./GT-1))./((abs(Zopt)).^2)+Fmin

% Gürültü Hata ifadesi

EN=1+(Fr*ones(n,1)-Fmin).*((abs(Zopt)).^2)./(4*Rn.*Ropt)-(1./GT);

roir=(Const(5)-1)/(Const(5)+1);

EVi=log(roir.^2)*ones(n,1)-log(MRin.^2);

% Sistemin toplam hata fonksiyonunu hesaplayan program

toplama=exp(-Const(6).*EN)+exp(-Const(7).*EVi)+Const(8).*((Gt-Gref*ones(n,1)).^2);

F=sum(toplama)

MATCOMP Yardımcı Programı

function Z=MATCOMP(A,Theta)

% Z=MATCOMP(A,Theta) Genlik ve Açılı ile Kompleks sayıyı üretir.

% Theta derece cinsinden girilecek. A, Theta vektör veya matris te olabilir.

if (nargin~=2)

error('wrong number of input arguments');

elseif (size(A)~=size(Theta))

error('matrix dimensions must agree');

else

Z=A.*exp(i.*Theta./180*pi);

end

Dosya_Const.csv yardımcı data bilgileri (NE02135C)

14; 50; 300000000; 3.5; 1.5; 0.01; 0.01; 0.01; 0.01; 10

Dosya_Inp.csv yardımcı data bilgileri (NE02135C)

1;0.5; 0.593; -163; 10.000;94; 0.02; 46; 0.27; -80; 1.8; 0.16; 149; 0.15
 2;0.6; 0.604; -168; 8.718; 90; 0.024; 47; 0.239; -75; 1.8; 0.18; 152.5; 0.14
 3;0.7; 0.616; -175; 7.505; 85; 0.024; 49; 0.224; -86; 1.83; 0.22; 156.5; 0.13
 4;0.8; 0.604; -179; 6.535; 80; 0.027; 50; 0.219; -86; 1.87; 0.26; 160.5; 0.12
 5;0.9; 0.619; 176; 5.877; 77; 0.031; 49; 0.186; -92; 1.9; 0.3; 164.3; 0.11
 6;1; 0.602; 173; 5.276; 75; 0.04; 49; 0.217; -89; 1.9; 0.33; 169; 0.13
 7;1.2; 0.616; 165; 4.440; 68; 0.055; 51; 0.207; -90; 2; 0.39; 173.5; 0.1
 8;1.4; 0.603; 160; 3.729; 63; 0.066; 50; 0.203; -91; 2.2; 0.42; 178.8; 0.1
 9;1.6; 0.609; 157; 3.357; 58; 0.076; 50; 0.189; -90; 2.4; 0.46; -179; 0.09
 10; 1.8;0.626; 151; 2.990; 52; 0.091; 49; 0.172; -92; 2.5; 0.49; -171; 0.09
 11; 2; 0.616; 148; 2.713; 46; 0.108; 44; 0.161; -110; 2.9; 0.53; -167; 0.08
 12; 2.5;0.623; 135; 2.159; 39; 0.133; 48; 0.176; -120; 3.3; 0.57; -154; 0.14
 13; 3; 0.639; 123; 1.841; 29; 0.156; 43; 0.188; -128; 3.9; 0.62; -139; 0.27
 14; 3.5;0.644; 111; 1.549; 13; 0.18; 32; 0.21; -135; 4.3; 0.67; -134; 0.42

NE329SAT

function F=tez_NE329S01AT(l)


```
%*****
%*****Program İlgar ALİYEV tarafından hazırlanmıştır*****
%*****YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü No: 1172741*****
%*****Tez Danışmanı Prof. Dr. Filiz GÜNEŞ*****
%*****
```

```
% tez_NE329S01AT fonksiyonu uydurma devresinin 6 adet l değişkenlerini ve bu
devrelere ilişkin ortak z empedansını F hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle belirler.
```

```
% Programda Kullanılan Tranzistör Parmetreleri NE02135C Tranzistörüne İlişkindir.
% Tranzistör için Vce=10 V; Ic=20 mA olarak alınmıştır.
% Tüm Değerler Prof.Dr. Filiz GÜNEŞ'in Çalışmalarından Derlenmiştir.
```

```
% Giriş Bilgilerinin "bin" klasörü altındaki csv uzantılı dosyalardan okunması
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
In = DLMREAD('Dosya_Input.csv',';',0,0,'A1..N12');
```

```
% Kaynak ve Yük Empedansları
```

```
Zs_const=50;
Rs_const=real(Zs_const);
```

```
Zl_const=50;
Rl_const=real(Zl_const);
```

```
% Gürültü Faktörü Referans Değeri
```

```
Fr=10^(Const(4)*0.1)
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedansları
```

```
n=12;
```

```
z=l(7);
```

```
% Referans Kazanç Değeri
```

```
Gref=10^(Const(10)*0.1);
```

```
% İlk Değerlerin Tanımlanması
```

```
Gt=zeros(n,1);
```

```
Gav=zeros(n,1);
```

```
E1=zeros(2,2);
```

```
E2=zeros(2,2);
```

```
E3=zeros(2,2);
```

```
E4=zeros(2,2);
```

```
E5=zeros(2,2);
```

```
E6=zeros(2,2);
```

```
MRin=zeros(n,1)
```

```
EN=zeros(n,1);
```

```
GT=zeros(n,1);
```

```
LT=zeros(n,1);
```

```
Noise=zeros(n,1);
```

```
Zs=ones(n,7);
```

```
Zopt=zeros(n,1);
```

```
Zout=zeros(n,1);
```

```
Rout=zeros(n,1);
```

```
Zm=zeros(n,7);
```

```
Zi7=zeros(n,1);
```

```
A=zeros(n,1);
```

```
B=zeros(n,1);
```

```
C=zeros(n,1);
```

```
D=zeros(n,1);
```

```
AA=zeros(n,1);
```

```
BB=zeros(n,1);
```

```
CC=zeros(n,1);
```

```
DD=zeros(n,1);
```

```
EE=zeros(n,1);
```

```
FF=zeros(n,1);
```

```
GG=zeros(n,1);
```

```
HH=zeros(n,1);
```

```
roi=zeros(n,1);
```

```
EVi=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
% S Parametrelerinin hesaplanması
```

```
S = MATCOMP(ln(:,[3:2:9,12]),ln(:,[4:2:10,13]));
```

```
G_opt=S(:,5);
```

```
S = S(:,1:4);
```

```
% ABCD Parametrelerinin Hesabı
```

```
A = ((1+S(:,1)).*(1-S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
B = 50.*((1+S(:,1)).*(1+S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
C = (1/50).*((1-S(:,1)).*(1-S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
D = ((1-S(:,1)).*(1+S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
%          Tranzistörün Eşdeğer Gürültü Direnci
```

```
Rn =In(:,14).*Const(2);
```

```
%          Minimum Gürültü Faktörü
```

```
Fmin =10.^(In(:,11).*0.1);
```

```
%          Thetaların Hesabı
```

```
Theta=(2*pi/(Const(3)))*kron(1*1e-2,In(:,2)*1e9); % 1 cm. cinsinden ve frekans GHz  
cinsinden olduğu için 0.01 ve 1*10^9 ile çarpılıyor.
```

```
%          Kazancın Hesaplanması
```

```
for n=1:12
```

```
E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z,cos(Theta(n,1))];
```

```
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z,cos(Theta(n,3))];
```

```
E4=[cos(Theta(n,4)),i.*z.*sin(Theta(n,4));i.*sin(Theta(n,4))./z,cos(Theta(n,4))];
```

```
E6=[cos(Theta(n,6)),i.*z.*sin(Theta(n,6));i.*sin(Theta(n,6))./z,cos(Theta(n,6))];
```

```
E2=[1,0;-i./(z.*tan(Theta(n,2))),1];
```

```
E5=[1,0;-i./(z.*tan(Theta(n,5))),1];
```

```
M=E1 *E2 *E3 * [A(n),B(n);C(n),D(n)] *E4 *E5 *E6;
```

```
Gt(n)=4*Rs_const*RI_const/(  
abs(M(1,1).*Zl_const+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*Zl_const+M(2,2)) ).^2)
```

```
Zin(n)=(M(1,1).*Zl_const+M(1,2))./(M(2,1).*Zl_const+M(2,2));
```

```
MRin(n)=abs((Zs_const-conj(Zin(n)))/(Zs_const+Zin(n)))
```

```

Zout=(M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const);
Rout=real(Zout);

Gav(n)=4*Rs_const*Rout/(
abs(M(1,1).*conj(Zout)+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*conj(Zout)+M(2,2))).^2);

end

% İlk Katın Kaynak Empedansı

Zs(:,1)=Zs_const*ones(n,1);

% İkinci Katın Kaynak Empedansı

Zs(:,2)=(i.*z.*sin(Theta(:,1))+cos(Theta(:,1)).*Zs(:,1))./(cos(Theta(:,1))+i.*sin(Theta(:,1)).*Z
s(:,1)./z);

% Üçüncü Katın Kaynak Empedansı

Zs(:,3)=Zs(:,2)./(1+(-i./(z.*tan(Theta(:,2))))).*Zs(:,2));

% Dördüncü Katın Kaynak Empedansı

Zs(:,4)=(i.*z.*sin(Theta(:,3))+cos(Theta(:,3)).*Zs(:,3))./(cos(Theta(:,3))+i.*sin(Theta(:,3)).*Z
s(:,3)./z);

% Transistör İçin Optimum Kaynak Empedansı

Zopt=50*(1+G_opt)/(1-G_opt);
Rs4=real(Zs(:,4));
Ropt=real(Zopt);

% Giriş Uydurma Devresi Pasif Ve Kayıpsız Olduğundaki Transduser Güç Kazancı

```

```
GT=4*Rs4.*Ropt./((abs(Zs(:,4))+conj(Zopt))).^2;
```

```
LT=1./GT;
```

```
Noise=(4*Rn.*Ropt.*(1./GT-1))./((abs(Zopt)).^2)+Fmin
```

```
%           Gürültü Hata İfadesi
```

```
EN=1+(Fr*ones(n,1)-Fmin).*((abs(Zopt)).^2)./(4*Rn.*Ropt)-(1./GT)
```

```
roir=(Const(5)-1)/(Const(5)+1);
```

```
EVi=log(roir.^2)*ones(n,1)-log(MRin.^2)
```

```
%           Sistemin toplam hata fonksiyonunu hesaplayan program
```

```
toplama=exp(-Const(6).*EN)+exp(-Const(7).*EVi)+Const(8).*((Gt-Gref*ones(n,1)).^2);
```

```
F=sum(toplama)
```

NE329S01CT

```
function F=tez_NE329S01CT(l)
```

```

%*****
%*****Program İlgar ALİYEV tarafından hazırlanmıştır*****
%*****YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü No: 1172741*****
%*****Tez Danışmanı Prof. Dr. Filiz GÜNEŞ*****
%*****

```

```

% tez_NE329S01CT fonksiyonu uydurma devresinin 6 adet l değişkenlerini ve bu
% devrelere ilişkin ortak z empedansını F hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle
% belirler.

```

```

% Programda Kullanılan Tranzistör Parmetreleri NE02135C Tranzistörüne İlişkindir.
% Tranzistör için Vce=10 V; Ic=20 mA olarak alınmıştır.
% Tüm Değerler Prof.Dr. Filiz GÜNEŞ'in Çalışmalarından Derlenmiştir.

```

```

% Giriş Bilgilerinin "bin" klasörü altındaki csv uzantılı dosyalardan okunması

```

```

Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
In = DLMREAD('Dosya_Input.csv',';',0,0,'A1..N12');

```

```

% Kaynak ve Yük Empedansları

```

```

Zs_const=50;
Rs_const=real(Zs_const);

```

```

Zl_const=50;
Rl_const=real(Zl_const);

```

```

% Gürültü Faktörü Referans Değeri

```

```

Fr=10^(Const(4)*0.1)

```

```

% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedansları

```



```
n=12;
```

```
zz1=l(7);
```

```
z2=l(8);
```

```
z3=l(9);
```

```
z4=l(10);
```

```
z5=l(11);
```

```
z6=l(12);
```

```
l1=l(1);
```

```
l2=l(2);
```

```
l3=l(3);
```

```
l4=l(4);
```

```
l5=l(5);
```

```
l6=l(6);
```

```
% Referans Kazanç Degeri
```

```
Gref=10^(Const(10)*0.1);
```

```
% İlk Degerlerin Tanimlanmasi
```

```
Gt=zeros(n,1);
```

```
Gav=zeros(n,1);
```

```
E1=zeros(2,2);
```

```
E2=zeros(2,2);
```

```
E3=zeros(2,2);
```

```
E4=zeros(2,2);
```

```
E5=zeros(2,2);
```

```
E6=zeros(2,2);
```

```
MRin=zeros(n,1);
```

```
EN=zeros(n,1);
```

```
GT=zeros(n,1);
```

```
LT=zeros(n,1);
```

```
Noise=zeros(n,1);
```

```
Zs=ones(n,7);
```

```
Zopt=zeros(n,1);
```

```
Zout=zeros(n,1);
```

```
Rout=zeros(n,1);
```

```
Zm=zeros(n,7);
```

```
Zi7=zeros(n,1);
```

```
A=zeros(n,1);
```

```
B=zeros(n,1);
```

```
C=zeros(n,1);
```

```
D=zeros(n,1);
```

```
AA=zeros(n,1);
```

```
BB=zeros(n,1);
```

```
CC=zeros(n,1);
```

```
DD=zeros(n,1);
```

```
EE=zeros(n,1);
```

```
FF=zeros(n,1);
```

```
GG=zeros(n,1);
```

```
HH=zeros(n,1);
```

```
roi=zeros(n,1);
```

```
EVi=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
%          S Parametrelerinin hesaplanması
```

```
S = MATCOMP(In(:,[3:2:9,12]),In(:,[4:2:10,13]));
```

```
G_opt=S(:,5);
```

```
S = S(:,1:4);
```

```
%          ABCD Parametrelerinin Hesabi
```

```
A = ((1+S(:,1)).*(1-S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
B = 50.*((1+S(:,1)).*(1+S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
C = (1/50).*((1-S(:,1)).*(1-S(:,4))-S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
D = ((1-S(:,1)).*(1+S(:,4))+S(:,2).*S(:,3))./(2.*S(:,2));
```

```
%          Tranzistörün Esdeğer Gürültü Direnci
```

```
Rn =In(:,14).*Const(2);
```

```
%          Minimum Gürültü Faktörü
```

```
Fmin =10.^(In(:,11).*0.1);
```

```
%          Thetaların Hesabi
```

```
Theta=(2*pi/(3*1e8))*kron(1*1e-2,In(:,2)*1e9);
```

```
%          1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve 1*10^9 ile çarpılıyor.
```

```
%          Kazancın Hesaplanması
```

```
for n=1:n
```

```

E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z1.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z1,cos(Theta(n,1))];
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z3.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z3,cos(Theta(n,3))];
E4=[cos(Theta(n,4)),i.*z4.*sin(Theta(n,4));i.*sin(Theta(n,4))./z4,cos(Theta(n,4))];
E6=[cos(Theta(n,6)),i.*z6.*sin(Theta(n,6));i.*sin(Theta(n,6))./z6,cos(Theta(n,6))];
E2=[1,0;-i./(z2.*tan(Theta(n,2))),1];
E5=[1,0;-i./(z5.*tan(Theta(n,5))),1];

```

```

M=E1*E2*E3*[A(n),B(n);C(n),D(n)]*E4*E5*E6;

```

```

Gt(n)=4*Rs_const*Rl_const/(
abs(M(1,1).*Zl_const+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*Zl_const+M(2,2)) ).^2)

```

```

Zin(n)=(M(1,1).*Zl_const+M(1,2))./(M(2,1).*Zl_const+M(2,2));

```

```

MRin(n)=abs(Zs_const-conj(Zin(n)))/abs((Zs_const+Zin(n)))

```

```

Zout=(M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const);

```

```

Rout=real(Zout);

```

```

Gav(n)=4*Rs_const*Rout/(
abs(M(1,1).*conj(Zout)+M(1,2)+Zs_const*(M(2,1).*conj(Zout)+M(2,2))).^2);

```

```

end

```

```

%           İlk Katin Kaynak Empedansi

```

```

Zs(:,1)=Zs_const*ones(n,1);

```

```

%           İkinci Katin Kaynak Empedansi

```

```

Zs(:,2)=(i.*z1.*sin(Theta(:,1))+cos(Theta(:,1)).*Zs(:,1))./(cos(Theta(:,1))+i.*sin(Theta(:,1))).*
Zs(:,1)./z1);

```

```

%           Üçüncü Katin Kaynak Empedansi

```

```
Zs(:,3)=Zs(:,2)./(1+(-i./(z2.*(tan(Theta(:,2)))))).*Zs(:,2));
```

```
% Dördüncü Katın Kaynak Empedansı
```

```
Zs(:,4)=(i.*z3.*sin(Theta(:,3))+cos(Theta(:,3)).*Zs(:,3))./(cos(Theta(:,3))+i.*sin(Theta(:,3)).*Zs(:,3)./z3);
```

```
% Tranzistör İçin Optimum Kaynak Empedansı
```

```
Zopt=50*(1+G_opt)./(1-G_opt);
```

```
Rs4=real(Zs(:,4));
```

```
Ropt=real(Zopt);
```

```
% Giriş Uydurma Devresi Pasif Ve Kayıpsız Olduğundaki Transduser Güç Kazancı
```

```
GT=4*Rs4.*Ropt./((abs(Zs(:,4))+conj(Zopt))).^2;
```

```
LT=1./GT;
```

```
Noise=(4*Rn.*Ropt.*(1./GT-1))./((abs(Zopt)).^2)+Fmin
```

```
% Gürültü Hata İfadesi
```

```
EN=1+(Fr*ones(n,1)-Fmin).*((abs(Zopt)).^2)./(4*Rn.*Ropt)-(1./GT);
```

```
roir=(Const(5)-1)/(Const(5)+1);
```

```
EVi=log(roir.^2)*ones(n,1)-log(MRin.^2);
```

```
% Sistemin toplam hata fonksiyonunu hesaplayan program
```

```
toplam=exp(-Const(6).*EN)+exp(-Const(7).*EVi)+Const(8).*((Gt-Gref*ones(n,1)).^2);
```

```
F=sum(toplam)
```

```
NE239S01 için Data_Input.csv yardımcı data bilgileri
```

```
Dosya_Inp.csv yardımcı data bilgileri (NE329S01)
```

1; 2; 0.955; -25.30; 5.347; 150.00; 0.027; 73.3; 0.546; -21.3; 0.26; 0.93; 14.0; 0.38
 2; 3; 0.91; -38.50; 5.210; 135.70; 0.039; 64.8; 0.526; -32.0; 0.26; 0.88; 19.6; 0.35
 3; 4; 0.853; -51.30; 5.015; 121.70; 0.049; 55.4; 0.498; -41.2; 0.27; 0.80; 29.0; 0.33
 4; 5; 0.791; -63.50; 4.817; 108.70; 0.056; 47.4; 0.476; -49.0; 0.28; 0.71; 39.6; 0.28
 5; 6; 0.741; -74.60; 4.688; 96.60; 0.061; 42.0; 0.453; -54.9; 0.29; 0.65; 48.0; 0.25
 6; 7; 0.657; -85.80; 4.608; 83.20; 0.071; 34.5; 0.422; -66.4; 0.29; 0.58; 56.7; 0.22
 7; 8; 0.558; -101.30; 4.484; 69.50; 0.076; 29.0; 0.368; -76.0; 0.31; 0.49; 72.0; 0.18
 8; 9; 0.497; -122.70; 4.349; 55.70; 0.084; 21.5; 0.309; -87.3; 0.32; 0.40; 89.4; 0.13
 9; 10; 0.464; -142.70; 4.183; 42.10; 0.092; 14.9; 0.248; -104.1; 0.33; 0.36; 102.0; 0.11
 10;11; 0.443; -163.10; 4.025; 28.70; 0.100; 6.2; 0.198; -123.0; 0.33; 0.30; 116.8; 0.09
 11;12; 0.426; 172.30; 3.848; 15.00; 0.106; -0.5; 0.154; -140.5; 0.35; 0.27; 139.0; 0.08
 12;13; 0.433; 148.40; 3.627; 1.10; 0.109; -8.3; 0.123; -170.8; 0.38; 0.24; 163.5; 0.06
 13;14; 0.468; 127.40; 3.396; -12.60; 0.111; -15.0; 0.129; 145.9; 0.43; 0.24; -176.0; 0.07
 14;15; 0.525; 106.80; 3.149; -25.70; 0.112; -22.7; 0.190; 116.0; 0.48; 0.25; -153.0; 0.07
 15;16; 0.55; 93.00; 2.895; -38.40; 0.112; -28.5; 0.274; 97.8; 0.57; 0.30; -122.0; 0.10
 16;17; 0.631; 82.50; 2.618; -51.50; 0.110; -35.0; 0.360; 82.6; 0.66; 0.39; -82.6; 0.16
 17;17.5;0.661; 76.50; 2.490; -57.40; 0.111; -37.6; 0.388; 77.4; 0.70; 0.43; -68.6; 0.19
 18;18; 0.685; 71.00; 2.364; -63.60; 0.110; -38.9; 0.414; 72.4; 0.73; 0.47; -58.0; 0.22

IMCAT

function E=IMCAT8(1)

```
%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir.*****
%*****YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü No: 1172741*****
%*****Tez Danismani Prof. Dr. Filiz GÜNES*****
%*****
```

```
% IMCAT(l) fonksiyonu uydurma devresinin 3 adet l degiskenlerini ve bu devrelere
% iliskin ortak z empedansini E hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle belirler.
```

```
% Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GÜNES'in Çalışmalarından Derlenmistir.
```

```
% Giris Bilgilerinin "bin" klasörü altındaki .csv uzantili dosyalardan okunmasi
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
Zs_In = DLMREAD('Zs_Input.csv',';',0,0,'A1..E10');
```

```
% Kaynak ve Yük Empedanslari
```

```
Zs_const=50;
```

```
Zl_const=50;
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedanslari
```

```
n=Const(1);
```

```
z=l(4);
```

```
E1 = zeros(2,2);
```

```
E2 = zeros(2,2);
```

```
E3 = zeros(2,2);
```

```
M = zeros(2,2);
```

```
Zoutsc=zeros(n,1);
```

```
toplaml=zeros(n,1);
```

```
Theta=(2*pi/(Const(3)))*kron(1*1e-2,Zs_In(:,1)*1e9);
```

% 1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve $1 \cdot 10^9$ ile çarpılıyor.

```
for n=1:Const(1)
```

```
E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z,cos(Theta(n,1))];
```

```
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z,cos(Theta(n,3))];
```

```
E2=[1,0;-i./(z.*tan(Theta(n,2))),1];
```

```
M=E1*E2*E3;
```

```
Zoutsc(n) = (M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const)
```

```
Zoutsc_real = real(Zoutsc(n));
```

```
Zoutsc_imag = imag(Zoutsc(n));
```

```
end
```

```
Zs_real=Zs_In(:,2);
```

```
Zs_imag=Zs_In(:,3);
```

```
Zoutsd=Zs_In(:,2)+i.*Zs_In(:,3);
```

```
% Error Function
```

```
toplaml=abs(Zoutsc(n)-Zoutsd).^2;
```

```
E=sum(toplaml)
```

```
IMCCT_ZI
```

```
function E=IMCCT8(l)
```



```
%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir.*****
%*****YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü No: 1172741*****
%*****Tez Danismani Prof. Dr. Filiz GÜNES*****
%*****
```

```
% IMCBT(1) fonksiyonu uydurma devresinin 3 adet z empedanslarini ve bu devrelere
% iliskin ortak l degiskenlerini E hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle belirler.
```

```
% Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GÜNES'in Çalismalarindan Derlenmistir.
```

```
% Giris Bilgilerinin "bin" klasörü altindaki .csv uzantili dosyalardan okunmasi
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
```

```
Zs_In = DLMREAD('Zs_Input.csv',';',0,0,'A1..E10');
```

```
% Kaynak ve Yük Empedanslari
```

```
Zs_const=50;
```

```
Zl_const=50;
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedanslari
```

```
n=Const(1);
```

```
l1=l(1);
```

```
l2=l(2);
```

```
l3=l(3);
```

```
z1=l(4);
```

```
z2=l(5);
```

```
z3=l(6);
```

```

E1 = zeros(2,2);
E2 = zeros(2,2);
E3 = zeros(2,2);
M = zeros(2,2);
Zoutsc=zeros(n,1);
toplamlam=zeros(n,1);

```

```

Theta=(2*pi/(Const(3)))*kron(1*1e-2,Zs_In(:,1)*1e9);

```

% 1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve $1*10^9$ ile çarpılıyor.

```

for n=1:10

```

```

E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z1.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z1,cos(Theta(n,1))];
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z3.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z3,cos(Theta(n,3))];
E2=[1,0;-i./(z2.*tan(Theta(n,2))),1];

```

```

M=E1*E2*E3;

```

```

Zoutsc(n) = (M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const)

```

```

Zoutsc_real = real(Zoutsc(n));

```

```

Zoutsc_imag = imag(Zoutsc(n));

```

```

end

```

```

Zs_real=Zs_In(:,2);

```

```

Zs_imag=Zs_In(:,3);

```

```

Zoutsd=Zs_In(:,2)+i.*Zs_In(:,3);

```

```

% Error Function

```

```

toplamlam=abs(Zoutsc(n)-Zoutsd).^2;

```

```

E=sum(toplamlam)

```

```

IMCCT_Zc

```

```

function E=IMCCT8_Zc(l)

```

```
%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir.*****
%*****YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü No: 1172741*****
%*****Tez Danismani Prof. Dr. Filiz GÜNES*****
%*****
```

```
% IMCBT(1) fonksiyonu uydurma devresinin 3 adet z empedanslarini ve bu devrelere
% iliskin ortak l degiskenlerini E hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle belirler.
```

```
% Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GÜNES'in Çalışmalarından Derlenmistir.
```

```
% Giris Bilgilerinin "bin" klasörü altındaki .csv uzantili dosyalardan okunmas
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
```

```
Zs_In = DLMREAD('Zs_Input.csv',';',0,0,'A1..E10');
```

```
% Kaynak ve Yük Empedanslari
```

```
Zs_const=50;
```

```
Zl_const=50;
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedanslari
```

```
n=Const(1);
```

```
l1=l(1);
```

```
l2=l(2);
```

```
l3=l(3);
```

```
z1=l(4);
```

```
z2=l(5);
```

```
z3=l(6);
```

```

E1 = zeros(2,2);
E2 = zeros(2,2);
E3 = zeros(2,2);

M = zeros(2,2);

Zoutsc=zeros(n,1);
toplam=zeros(n,1);

Theta=(2*pi/(Const(3)))*kron(1*1e-2,Zs_In(:,1)*1e9);
% l cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve 1*10^9 ile çarpılıyor.

for n=1:Const(1)

E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z1.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z1,cos(Theta(n,1))];
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z3.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z3,cos(Theta(n,3))];
E2=[1,0;-i./(z2.*tan(Theta(n,2))),1];

M=E1*E2*E3;

Zoutsc(n) = (M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const)

Zoutsc_real = real(Zoutsc(n));
Zoutsc_imag = imag(Zoutsc(n));

end

Zs_real=Zs_In(:,2);
Zs_imag=Zs_In(:,3);

Zoutsd=Zs_In(:,2)+i.*Zs_In(:,3);

```

% Error Function

```
toplam=(abs(Zoutsc(n)-Zoutsd).^2)./(abs(Zoutsc(n)).^2);
```

```
E=sum(toplam)
```



IMCCT_Zd

```
function E=IMCCT8_Zd(1)
```

```

%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir.*****
%*****YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü No: 1172741*****
%*****Tez Danismani Prof. Dr. Filiz GÜNES*****
%*****

```

```

%   IMCBT_Zd(l) fonksiyonu uydurma devresinin 3 adet z empedanslarini ve bu devrelere
%   iliskin ortak l degiskenlerini E hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle belirler.

```

```

%   Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GÜNES'in Çalışmalarından Derlenmistir.

```

```

%   Giris Bilgilerinin "bin" klasörü altındaki .csv uzantili dosyalardan okunmasi

```

```

Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');

```

```

Zs_In = DLMREAD('Zs_Input.csv',';',0,0,'A1..E10');

```

```

%           Kaynak ve Yük Empedanslari

```

```

Zs_const=50;

```

```

Zl_const=50;

```

```

%           z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedanslari

```

```

n=Const(1);

```

```

l1=l(1);

```

```

l2=l(2);

```

```

l3=l(3);

```

```

z1=l(4);

```

```

z2=l(5);

```

```

z3=l(6);

```

```
E1 = zeros(2,2);
```

```
E2 = zeros(2,2);
```

```
E3 = zeros(2,2);
```

```
M = zeros(2,2);
```

```
Zoutsc=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
Theta=(2*pi/(Const(3)))*kron(1*1e-2,Zs_In(:,1)*1e9);
```

% 1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve $1*10^9$ ile çarpılıyor.

```
for n=1:10
```

```
E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z1.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z1,cos(Theta(n,1))];
```

```
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z3.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z3,cos(Theta(n,3))];
```

```
E2=[1,0;-i./(z2.*tan(Theta(n,2))),1];
```

```
M=E1*E2*E3;
```

```
Zoutsc(n) = (M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const)
```

```
Zoutsc_real = real(Zoutsc(n));
```

```
Zoutsc_imag = imag(Zoutsc(n));
```

```
end
```

```
Zs_real=Zs_In(:,2);
```

```
Zs_imag=Zs_In(:,3);
```

```
Zoutsd=Zs_In(:,2)+i.*Zs_In(:,3);
```

% Error Function

```
toplam=(abs(Zoutsc(n)-Zoutsd).^2)./(abs(Zoutsd(n)).^2);
```

```
E=sum(toplam)
```



IMCCT_W

```
function E = IMCCT_W(l)
```



```

%*****
%*****Program İlgar ALİYEV tarafından hazırlanmıştır.*****
%*****YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü No: 1172741*****
%*****Tez Danışmanı Prof. Dr. Filiz GÜNEŞ*****
%*****

```

```

%   IMCCT_W(1) fonksiyonu uydurma devresinin 3 adet l değişkenlerini ve bu devrelere
%   ilişkin 3 adet z empedansını E hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle belirler.

```

```

%   Tüm Değerler Prof.Dr. Filiz GÜNEŞ'in Çalışmalarından Derlenmiştir.

```

```

%   Giriş Bilgilerinin "bin" klasörü altındaki .csv uzantılı dosyalardan okunması

```

```

Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');

```

```

Zs_In = DLMREAD('Zs_Input.csv',';',0,0,'A1..E10');

```

```

%           Kaynak ve Yük Empedansları

```

```

n=10;

```

```

Zs_const=50;

```

```

Zl_const=50;

```

```

E1 = zeros(2,2);

```

```

E2 = zeros(2,2);

```

```

E3 = zeros(2,2);

```

```

M = zeros(2,2);

```

```

Zoutsc=zeros(n,1);

```

```

toplam=zeros(n,1);

```

```

%   z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedansları

```

```
z1=l(4);
```

```
z2=l(5);
```

```
z3=l(6);
```

```
l1=l(1);
```

```
l2=l(2);
```

```
l3=l(3);
```

```
Theta = (2*pi/(Const(3)))*kron(l*1e-2,Zs_In(:,1)*1e9);
```

% l cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve $1*10^9$ ile çarpılıyor.

```
for n = 1:10
```

```
E1 = [cos(Theta(n,1)),i.*z1.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z1,cos(Theta(n,1))];
```

```
E3 = [cos(Theta(n,3)),i.*z3.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z3,cos(Theta(n,3))];
```

```
E2 = [1,0;-i./(z2.*tan(Theta(n,2))),1];
```

```
M = E1*E2*E3;
```

```
Zoutsc(n) = (M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const)
```

```
Zoutsc_real = real(Zoutsc(n));
```

```
Zoutsc_imag = imag(Zoutsc(n));
```

```
end
```

```
Zs_real = Zs_In(:,2);
```

```
Zs_imag = Zs_In(:,3);
```

```
Zoutsd = Zs_In(:,2)+i.*Zs_In(:,3);
```

```
Zoutsd_real=real(Zoutsd);
```

```
Zoutsd_imag=imag(Zoutsd);
```

% Error Function

```
W1= Zs_In(:,4);
```

```
W2= Zs_In(:,5);
```

```
toplam =W1.*(Zoutsc_real-Zoutsd_real).^2+W2.*(Zoutsc_imag-Zoutsd_imag).^2;
```

```
E = sum(toplam)
```

W değerleri



OMCCT_ZI

function E=OMCCT8(l)

```
%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir.*****
%*****YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü No: 1172741*****
%*****Tez Danismani Prof. Dr. Filiz GÜNES*****
%*****
```

```
% OMCCT_Zc(l) fonksiyonu uydurma devresinin 3 adet l degiskenlerini ve bu devrelere
% iliskin 3 adet z empedansini E hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle belirler.
```

```
% Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GÜNES'in Çalismalarindan Derlenmistir.
```

```
% Giris Bilgilerinin "bin" klasörü altindaki .csv uzantili dosyalardan okunmas
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
```

```
Zl_In = DLMREAD('Zl_Input.csv',';',0,0,'A1..C10');
```

```
% Kaynak ve Yük Empedanslari
```

```
Zs_const=50;
```

```
Zl_const=50;
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarinin karakteristik empedanslari
```

```
n=Const(1);
```

```
z1=l(4);
```

```
z2=l(5);
```

```
z3=l(6);
```

```
l1=l(1);
```

```
l2=l(2);
```

```
l3=l(3);
```

```
E1 = zeros(2,2);
```

```
E2 = zeros(2,2);
```

```
E3 = zeros(2,2);
```

```
M = zeros(2,2);
```

```
Zinlc=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
Theta=(2*pi/(Const(3)))*kron(1*1e-2,Zl_In(:,1)*1e9);
```

% 1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve $1*10^9$ ile çarpılıyor.

```
for n=1:10
```

```
E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z1.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z1,cos(Theta(n,1))];
```

```
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z3.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z3,cos(Theta(n,3))];
```

```
E2=[1,0;-i./(z2.*tan(Theta(n,2))),1];
```

```
M=E1*E2*E3;
```

```
Zinlc(n) = (M(1,1).*Zl_const+M(1,2))./(M(2,1).*Zl_const+M(2,2))
```

```
Zinlc_real = real(Zinlc(n));
```

```
Zinlc_imag = imag(Zinlc(n));
```

```
end
```

```
Zl_real=Zl_In(:,2);
```

```
Zl_imag=Zl_In(:,3);
```

```
Zinld=Zl_In(:,2)+i.*Zl_In(:,3);
```

% Error Function

```
toplam=(abs(Zinlc(n)-Zinld).^2);
```

```
E=sum(toplam)
```



OMCCT_Zc

```
function E=OMCCT_Zc(l)
```

```

%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir.*****
%*****YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü No: 1172741*****
%*****Tez Danismani Prof. Dr. Filiz GÜNES*****
%*****

```

```

%   OMCCT8_Zc(l) fonksiyonu uydurma devresinin 3 adet l degiskenlerini ve bu
%   devrelere iliskin 3 adet z empedansini E hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle
%   belirler.

```

```

%   Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GÜNES'in Çalışmalarından Derlenmistir.

```

```

%   Giris Bilgilerinin "bin" klasörü altındaki .csv uzantili dosyalardan okunmasi

```

```

Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');

```

```

Zl_In = DLMREAD('Zl_Input.csv',';',0,0,'A1..C10');

```

```

%   Kaynak ve Yük Empedanslari

```

```

Zs_const=50;

```

```

Zl_const=50;

```

```

%   z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedanslari

```

```

n=Const(1);

```

```

z1=l(4);

```

```

z2=l(5);

```

```

z3=l(6);

```

```

l1=l(1);

```

```

l2=l(2);

```

```
l3=l(3);
```

```
E1 = zeros(2,2);
```

```
E2 = zeros(2,2);
```

```
E3 = zeros(2,2);
```

```
M = zeros(2,2);
```

```
Zinlc=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
Theta=(2*pi/(Const(3)))*kron(1*1e-2,Zl_In(:,1)*1e9);
```

% 1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve $1*10^9$ ile çarpılıyor.

```
for n=1:Const(1)
```

```
E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z1.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z1,cos(Theta(n,1))];
```

```
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z3.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z3,cos(Theta(n,3))];
```

```
E2=[1,0;-i./(z2.*tan(Theta(n,2))),1];
```

```
M=E1*E2*E3;
```

```
Zinlc(n) = (M(1,1).*Zl_const+M(1,2))./(M(2,1).*Zl_const+M(2,2))
```

```
Zinlc_real = real(Zinlc(n));
```

```
Zinlc_imag = imag(Zinlc(n));
```

```
end
```

```
Zl_real=Zl_In(:,2);
```

```
Zl_imag=Zl_In(:,3);
```

```
Zinld=Zl_In(:,2)+i.*Zl_In(:,3);
```



```
% Error Function
```

```
toplam=(abs(Zinlc(n)-Zinld).^2)./(abs(Zinlc).^2);
```

```
E=sum(toplam)
```



```
OMCCT_Zd
```

```
function E=OMCCT_Zd(l)
```

```
%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir.*****
%*****YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü No: 1172741*****
%*****Tez Danismani Prof. Dr. Filiz GÜNES*****
%*****
```

```
% OMCCT_Zc(l) fonksiyonu uydurma devresinin 3 adet l degiskenlerini ve bu devrelere
% iliskin 3 adet z empedansini E hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle belirler.
```

```
% Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GÜNES'in Çalışmalarından Derlenmistir.
```

```
% Giris Bilgilerinin "bin" klasörü altındaki .csv uzantili dosyalardan okunmas
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
```

```
Zl_In = DLMREAD('Zl_Input.csv',';',0,0,'A1..C10');
```

```
% Kaynak ve Yük Empedanslari
```

```
Zs_const=50;
```

```
Zl_const=50;
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedanslari
```

```
n=Const(1);
```

```
z1=l(4);
```

```
z2=l(5);
```

```
z3=l(6);
```

```
l1=l(1);
```

```
l2=l(2);
```

```
l3=l(3);
```

```
E1 = zeros(2,2);
```

```
E2 = zeros(2,2);
```

```
E3 = zeros(2,2);
```

```
M = zeros(2,2);
```

```
Zinlc=zeros(n,1);
```

```
toplaml=zeros(n,1);
```

```
Theta=(2*pi/(Const(3)))*kron(1*1e-2,Zl_In(:,1)*1e9);
```

```
% 1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve 1*10^9 ile çarpılıyor.
```

```
for n=1:Const(1)
```

```
E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z1.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z1,cos(Theta(n,1))];
```

```
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z3.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z3,cos(Theta(n,3))];
```

```
E2=[1,0;-i./(z2.*tan(Theta(n,2))),1];
```

```
M=E1*E2*E3;
```

```
Zinlc(n) = (M(1,1).*Zl_const+M(1,2))./(M(2,1).*Zl_const+M(2,2))
```

```
Zinlc_real = real(Zinlc(n));
```

```
Zinlc_imag = imag(Zinlc(n));
```

```
end
```

```
Zl_real=Zl_In(:,2);
```

```
Zl_imag=Zl_In(:,3);
```

```
Zinld=Zl_In(:,2)+i.*Zl_In(:,3);
```

% Error Function

```
toplam=(abs(Zinlc(n)-Zinld).^2)./(abs(Zinld).^2);
```

```
E=sum(toplam)
```



OMCCT_W

```
function E=OMCCT_W(l)
```

```
%*****
%*****Program Ilgar ALIYEV tarafından hazirlanmistir.*****
%*****YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü No: 1172741*****
%*****Tez Danismani Prof. Dr. Filiz GÜNES*****
%*****
```

```
% OMCCT_W(l) fonksiyonu uydurma devresinin 3 adet l degiskenlerini ve bu devrelere
% iliskin 3 adet z empedansini E hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle belirler.
```

```
% Tüm Degerler Prof.Dr. Filiz GÜNES'in Çalışmalarından Derlenmistir.
```

```
% Giris Bilgilerinin "bin" klasörü altındaki .csv uzantili dosyalardan okunmasi
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
Zl_In = DLMREAD('Zl_Input.csv',';',0,0,'A1..C10');
```

```
% Kaynak ve Yük Empedanslari
```

```
Zs_const=50;
```

```
Zl_const=50;
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedanslari
```

```
n=Const(1);
```

```
z1=l(4);
```

```
z2=l(5);
```

```
z3=l(6);
```

```
l1=l(1);
```

```
l2=l(2);
```

```
l3=l(3);
```

```
E1 = zeros(2,2);
```

```
E2 = zeros(2,2);
```

```
E3 = zeros(2,2);
```

```
M = zeros(2,2);
```

```
Zinlc=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
Theta=(2*pi/(Const(3)))*kron(1*1e-2,Zl_In(:,1)*1e9);
```

% 1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve $1*10^9$ ile çarpiliyor.

```
for n=1:10
```

```
E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z1.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z1,cos(Theta(n,1))];
```

```
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z3.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z3,cos(Theta(n,3))];
```

```
E2=[1,0;-i./(z2.*tan(Theta(n,2))),1];
```

```
M=E1*E2*E3;
```

```
Zinlc(n) = (M(1,1).*Zl_const+M(1,2))./(M(2,1).*Zl_const+M(2,2))
```

```
Zinlc_real = real(Zinlc(n));
```

```
Zinlc_imag = imag(Zinlc(n));
```

```
end
```

```
Zl_real=Zl_In(:,2);
```

```
Zl_imag=Zl_In(:,3);
```

```
Zinld=Zl_In(:,2)+i.*Zl_In(:,3);
```

```
% Error Function
```

```
W1=Zs_In(:,6);
```

```
W2=Zs_In(:,7);
```

```
toplam=(W1*real(Zinlc(n)-Zinld).^2+W2*imag(Zinlc(n)-Zinld).^2)./(abs(Zinlc(n)).^2);
```

```
E=sum(toplam)
```



12 dB için IMCCT_Zs

function E=IMC(l)

```
%*****
%*****Program İlgar ALİYEV tarafından hazırlanmıştır.*****
%*****YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü No: 1172741*****
%*****Tez Danışmanı Prof. Dr. Filiz GÜNEŞ*****
%*****
```

```
% IMC(l) fonksiyonu uydurma devresinin 3 adet l değişkenlerini ve bu devrelere ilişkin
% 3 adet z empedansını E hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle belirler.
```

```
% Tüm Değerler Prof.Dr. Filiz GÜNEŞ'in Çalışmalarından Derlenmiştir.
```

```
% Giriş Bilgilerinin "bin" klasörü altındaki .csv uzantılı dosyalardan okunması
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
Zs_In = DLMREAD('Zs_Input.csv',';',0,0,'A1..C10');
```

```
% Kaynak ve Yük Empedansları
```

```
Zs_const=50;
```

```
Zl_const=50;
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedansları
```

```
n=10;
```

```
z1=l(4);
```

```
z2=l(5);
```

```
z3=l(6);
```

```
l1=l(1);
```

```
l2=l(2);
```

```
l3=l(3);
```



```
E1 = zeros(2,2);
```

```
E2 = zeros(2,2);
```

```
E3 = zeros(2,2);
```

```
M = zeros(2,2);
```

```
Zoutsc=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
Theta=(2*pi/(Const(3)))*kron(1*1e-2,Zs_In(:,1)*1e9);
```

% 1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve $1*10^9$ ile çarpılıyor.

```
for n=1:10
```

```
E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z1.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z1,cos(Theta(n,1))];
```

```
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z3.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z3,cos(Theta(n,3))];
```

```
E2=[1,0;-i./(z2.*tan(Theta(n,2))),1];
```

```
M=E1*E2*E3;
```

```
Zoutsc(n) = (M(1,2)+M(2,2).*Zs_const)/(M(1,1)+M(2,1).*Zs_const)
```

```
Zoutsc_real = real(Zoutsc(n));
```

```
Zoutsc_imag = imag(Zoutsc(n));
```

```
end
```

```
Zs_real=Zs_In(:,2);
```

```
Zs_imag=Zs_In(:,3);
```

```
Zoutsd=Zs_In(:,2)+i.*Zs_In(:,3);
```

```
% Error Function
```

```
toplam=abs(Zoutsc(n)-Zoutsd).^2;
```

```
E=sum(toplam)
```



```
12 dB OMCCT_ZI
```

```
function E=OMC12(I)
```

```
%*****
%*****Program İlgar ALİYEV tarafından hazırlanmıştır.*****
%*****YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü No: 1172741*****
%*****Tez Danışmanı Prof. Dr. Filiz GÜNEŞ*****
%*****
```

```
% OMC12(l) fonksiyonu uydurma devresinin 3 adet l değişkenlerini ve bu devrelere
% ilişkin 3 adet z empedansını E hata fonksiyonunu minimize etmek suretiyle belirler.
```

```
% Tüm Değerler Prof.Dr. Filiz GÜNEŞ'in Çalışmalarından Derlenmiştir.
```

```
% Giriş Bilgilerinin "bin" klasörü altındaki .csv uzantılı dosyalardan okunması
```

```
Const = DLMREAD('Dosya_Const.csv',';',0,0,'A1..J1');
```

```
Zl_In = DLMREAD('Zl_Input.csv',';',0,0,'A1..C10');
```

```
% Kaynak ve Yük Empedansları
```

```
Zs_const=50;
```

```
Zl_const=50;
```

```
% z optimize edilecek hat parçalarının karakteristik empedansları
```

```
n=10;
```

```
z1=l(4);
```

```
z2=l(5);
```

```
z3=l(6);
```

```
l1=l(1);
```

```
l2=l(2);
```

```
l3=l(3);
```

```
E1 = zeros(2,2);
```

```
E2 = zeros(2,2);
```

```
E3 = zeros(2,2);
```

```
M = zeros(2,2);
```

```
Zoutlc=zeros(n,1);
```

```
toplam=zeros(n,1);
```

```
Theta=(2*pi/(Const(3)))*kron(1*1e-2,Zl_In(:,1)*1e9);
```

% 1 cm. cinsinden ve frekans GHz cinsinden olduğu için 0.01 ve $1*10^9$ ile çarpılıyor.

```
for n=1:10
```

```
E1=[cos(Theta(n,1)),i.*z1.*sin(Theta(n,1));i.*sin(Theta(n,1))./z1,cos(Theta(n,1))];
```

```
E3=[cos(Theta(n,3)),i.*z3.*sin(Theta(n,3));i.*sin(Theta(n,3))./z3,cos(Theta(n,3))];
```

```
E2=[1,0;-i./(z2.*tan(Theta(n,2))),1];
```

```
M=E1*E2*E3;
```

```
Zoutlc(n) = (M(1,1).*Zl_const+M(1,2))./(M(2,1).*Zl_const+M(2,2))
```

```
Zoutlc_real = real(Zoutlc(n));
```

```
Zoutlc_imag = imag(Zoutlc(n));
```

```
end
```

```
Zl_real=Zl_In(:,2);
```

```
Zl_imag=Zl_In(:,3);
```

```
Zoutld=Zl_In(:,2)+i.*Zl_In(:,3);
```

```
% Error Function
```

$\text{toplama} = \text{abs}(Z_{\text{outlc}}(n) - Z_{\text{outld}})^2;$

$E = \text{sum}(\text{toplama})$



ÖZGEÇMİŞ

- Doğum Tarihi : 06.05.1976
- Doğum Yeri : Sumgayıt Azerbaycan
- Lise (1983-1993) : Sumgayıt 33 No'lu Fen Lisesi, Azerbaycan
- Lisans : 1994-1998 İTÜ Elektrik Elektronik Fakültesi
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
- Çalıştığı Kurumlar : 1998- PROFEN Mühendislik San. ve Tic. Ltd. Şti.

