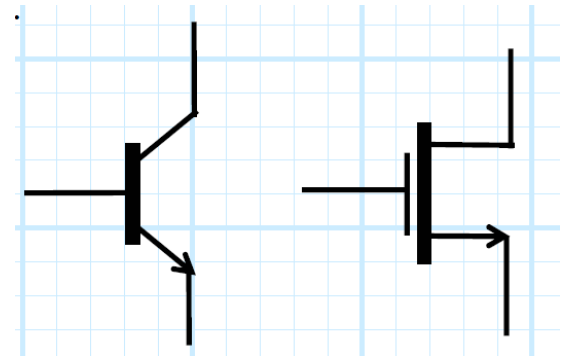


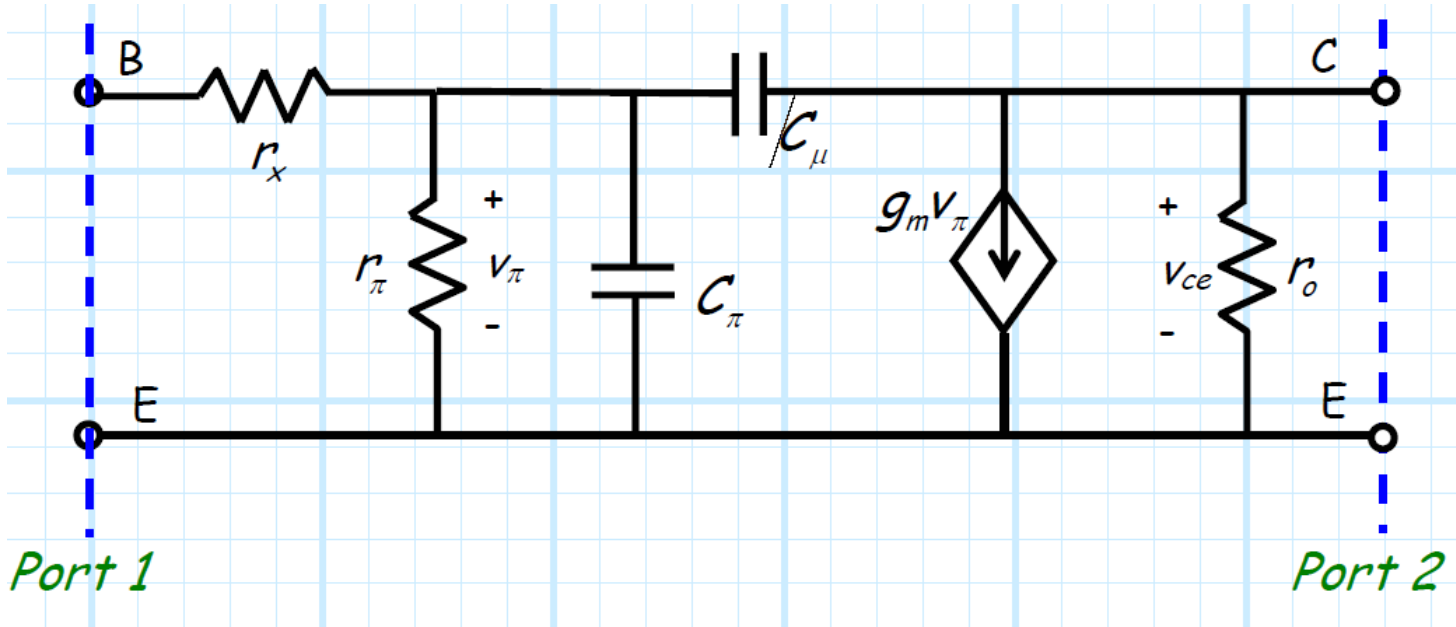
Mikro Dalga Yükselteçler

BJT / FET / MOSFET

- Mikrodalga tranzistörleri genellikle Gallium Arsenide (GaAs) malzeme kullanılarak üretilirler – GaAs Silikondan daha hızlıdır.



Ortak Emitör BJT

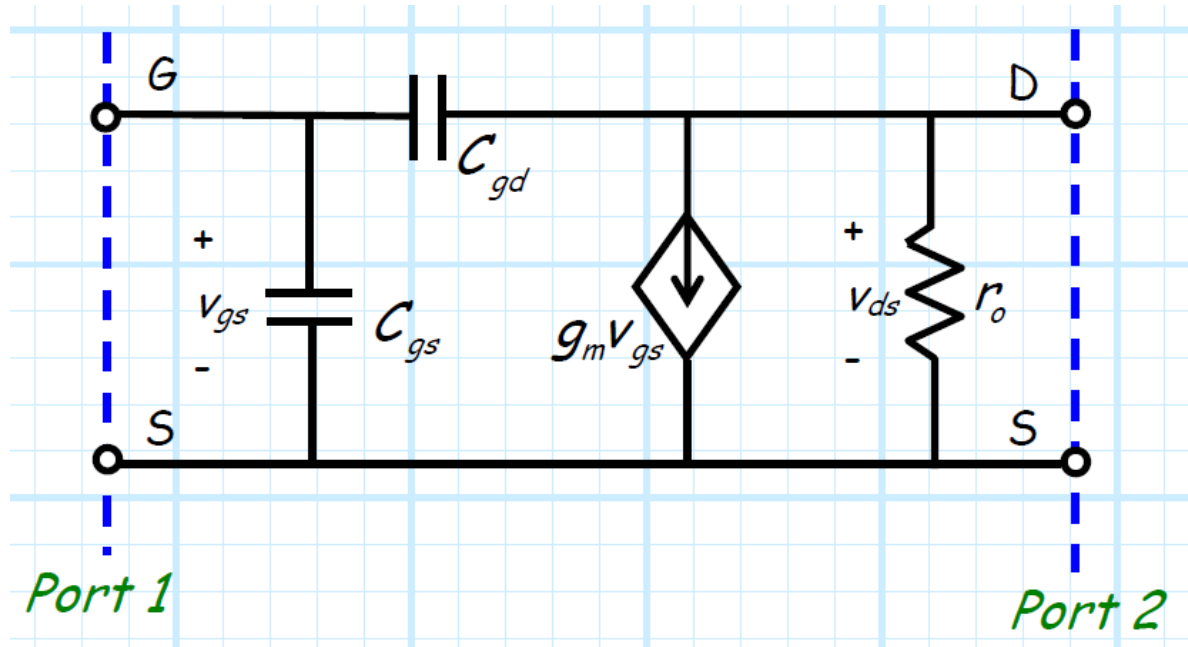


Yüksek frekans küçük sinyal (melez pi) modeli

- g_m, r_π, r_o , küçük sinyal parametreleri
- C_π, C_μ, r_x , parazit elemanlar düşük frekanslarda ihmal edilirler, ancak mikrodalga frekanslarındaki etkileri büyüktür

2-uçlu devre

Ortak Kaynak MOSFET

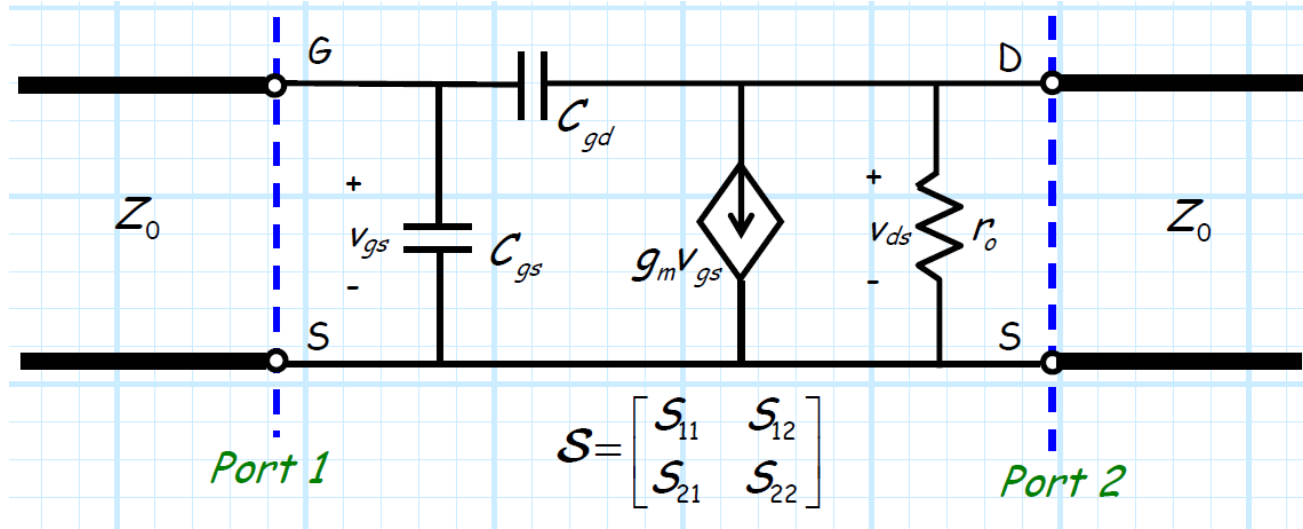


Yüksek frekans küçük sinyal (melez pi) modeli

- g_m , r_o , küçük sinyal parametreleri
- C_{gs} , C_{gd} , parazit elemanlar

2-uçlu devre

Saçılma Matrisi



- S-parametrelerinin belirlenmesi
 - ölçümle (devre analizörü ile)
 - küçük sinyal analizi ile



2-uçlu Yükseltecin S-matrisi

- İlginç özellikleri
 - yüksek $|s_{11}|$ ve $|s_{22}|$!, örn $0.6 < |s_{11}| < 1$,
 $0.6 < |s_{22}| < 1$,
 - Küçük $|s_{12}|$, örn. $|s_{12}| = 0.01$
 - '1' den büyük $|s_{21}|$, örn. $|s_{21}| = 3.5$!

Yükselteç Kazancı

- Üç tanım

- **Güç kazancı**: girişten çıkışa aktarılan güçteki artış

$$G = \frac{P_{yük}}{P_{girş}}$$

- **Eldeki güç**: giriş ve çıkış arasında eldeki güç artışı,

$$G_A = \frac{P_{avn}}{P_{avs}}$$

- **Dönüştürücü kazancı**: kaynak gücü ile yüke

aktarılan gücü ilişkilendirir, $G_T = \frac{P_L}{P_{avs}}$

Güç Kazancı

$$\begin{aligned} G &= \frac{P_L}{P_{in}} \\ &= \frac{|S_{21}|^2}{|1 - \Gamma_s S_{11}|^2} \frac{|1 - \Gamma_s|^2}{|1 - \Gamma_{out} \Gamma_L|^2} (1 - |\Gamma_L|^2) \frac{|1 - \Gamma_s \Gamma_{in}|^2}{|1 - \Gamma_s|^2} \frac{1}{1 - |\Gamma_{in}|^2} \\ &= \frac{|S_{21}|^2}{1 - |\Gamma_{in}|^2} \frac{1 - |\Gamma_L|^2}{|1 - \Gamma_{out} \Gamma_L|^2} \frac{1}{|1 - \Gamma_s S_{11}|^2} |1 - \Gamma_s \Gamma_{in}|^2 \\ &= \frac{|S_{21}|^2}{1 - |\Gamma_{in}|^2} \frac{1 - |\Gamma_L|^2}{|1 - \Gamma_{out} \Gamma_L|^2} \frac{1}{|1 - \Gamma_s S_{11}|^2} \frac{|1 - \Gamma_s S_{11}|^2 |1 - \Gamma_{out} \Gamma_L|^2}{|1 - S_{22} \Gamma_L|^2} \\ &= \frac{|S_{21}|^2}{1 - |\Gamma_{in}|^2} \frac{1 - |\Gamma_L|^2}{|1 - S_{22} \Gamma_L|^2} \end{aligned}$$

Eldeki Güç

$$\begin{aligned} G_A &= \frac{P_{avn}}{P_{avs}} \\ &= \frac{|S_{21}|^2}{|1 - \Gamma_s S_{11}|^2} \frac{|1 - \Gamma_s|^2}{1 - |\Gamma_{out}|^2} \frac{1 - |\Gamma_s|^2}{|1 - \Gamma_s|^2} \\ &= \frac{|S_{21}|^2}{|1 - \Gamma_s S_{11}|^2} \frac{1 - |\Gamma_s|^2}{1 - |\Gamma_{out}|^2} \end{aligned}$$

Dönüştürücü Kazancı

$$\begin{aligned}
 G_T &= \frac{P_L}{P_{avs}} \\
 &= \frac{|S_{21}|^2}{|1 - \Gamma_s S_{11}|^2} \frac{|1 - \Gamma_s|^2}{|1 - \Gamma_{out} \Gamma_L|^2} (1 - |\Gamma_L|^2) \frac{1 - |\Gamma_s|^2}{|1 - \Gamma_s|^2} \\
 &= \frac{|S_{21}|^2 (1 - |\Gamma_s|^2) (1 - |\Gamma_L|^2)}{1} \frac{1}{|1 - \Gamma_{out} \Gamma_L|^2 |1 - \Gamma_s S_{11}|^2} \\
 &= \frac{|S_{21}|^2 (1 - |\Gamma_s|^2) (1 - |\Gamma_L|^2)}{1} \frac{1}{|1 - \Gamma_s \Gamma_{in}|^2 |1 - \Gamma_L S_{22}|^2} \\
 &= \frac{|S_{21}|^2 (1 - |\Gamma_s|^2) (1 - |\Gamma_L|^2)}{|1 - \Gamma_s \Gamma_{in}|^2 |1 - \Gamma_L S_{22}|^2}
 \end{aligned}$$

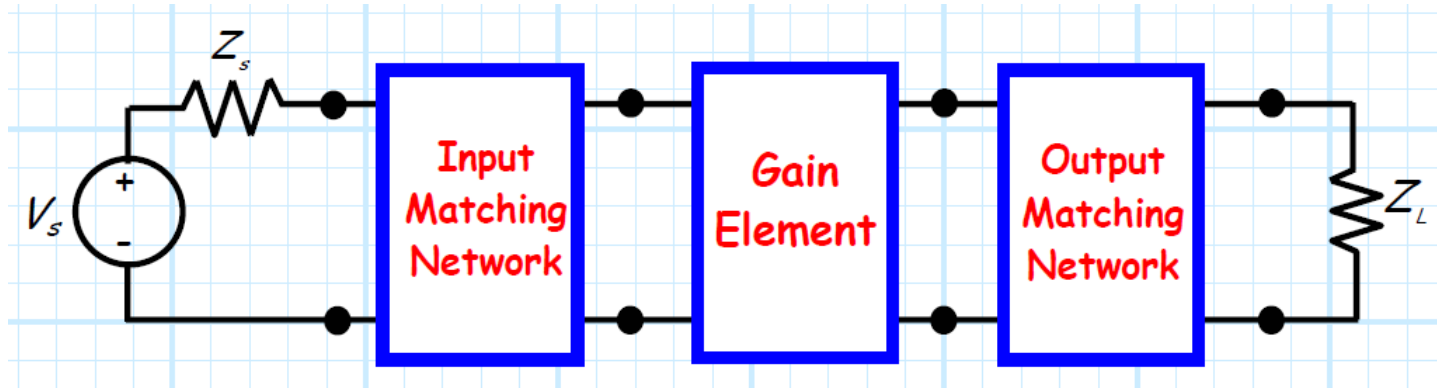
Özel Durumlar

- Kaynak ve yük empedanları Z_0 ise
 - $\Gamma_S = \Gamma_L = 0$ and $G_T = |s_{21}|^2$
 - Sıklıkla $s_{12} \approx 0 \rightarrow \Gamma_{in} = s_{11}$ ve de

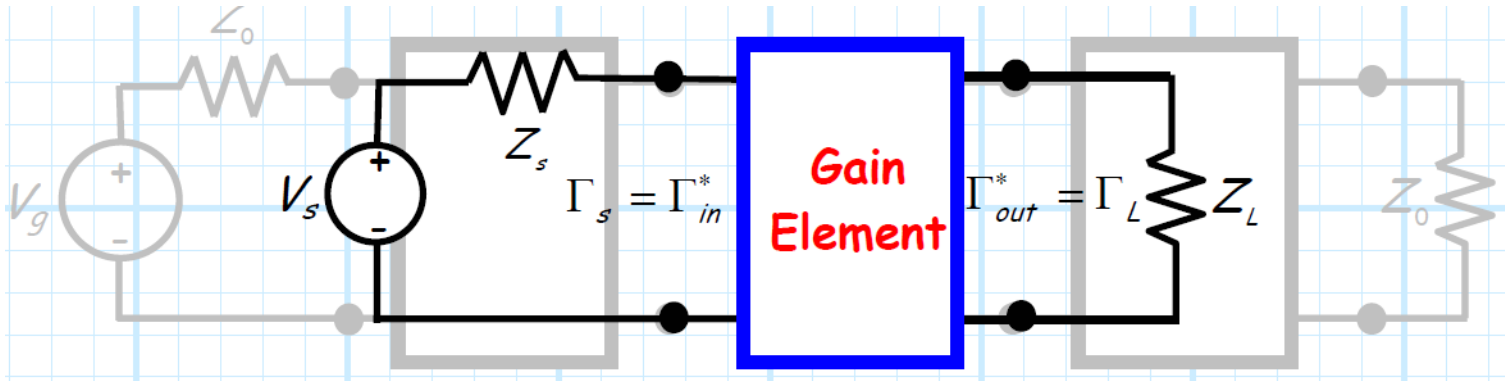
$$G_T = \frac{|s_{21}|^2 (1 - |\Gamma_s|^2) (1 - |\Gamma_L|^2)}{|1 - \Gamma_s s_{11}|^2 |1 - \Gamma_L s_{22}|^2} \doteq G_{TU}$$

- Burada G_{TU} 'tek yönlü dönüştürücü kazancı' dır
- m

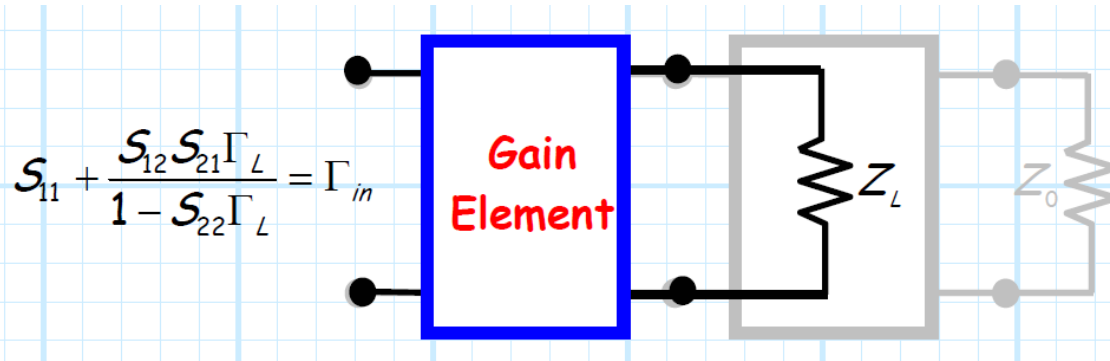
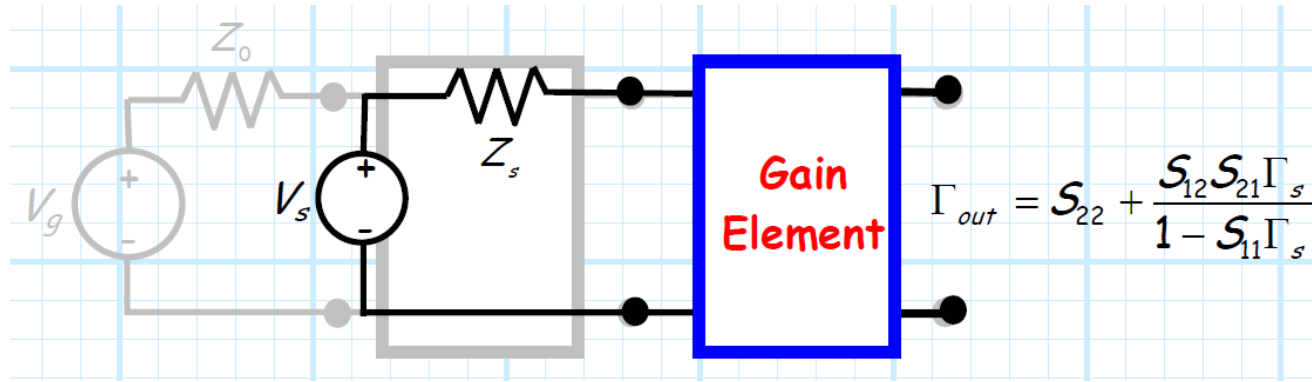
Yükselteç Devresi Ana Aşamaları



- kuvvetlendirici ile kaynak ve yük arasında **uyumlama devreleri**
- **Uygun uyumlama devreleri** ile
 - $Z_s = Z_{in}^* = Z_{giriş}$ ve $\Gamma_s = \Gamma_{in}^*$
 - Benzer biçimde kuvvetlendirici eleman çıkışındaki uyumlama devresi ile Z_0 olan yük empedansının Z_L ye – ki bu da kuvvetlendirici çıkış empedansının karmaşık eşleniğine eşit - dönüşümü sağlar



Yansımaya Katsayıları , Z_s ve Z_L



- Yansımaya katsayılarını belirlemeden uyumlama devreleri tasarlanamıyor
- Uyumlama devrelerini tasarlamadan yansımaya katsayıları belirlenemiyor
- → **Tıkanıklık** – neyseki bu tıkanıklığı açacak sadeleşmeler var
 - Çoğu kuvvetlendirici için $s_{12} \approx 0 \rightarrow \Gamma_{in} = s_{11}$ ve $\Gamma_{out} = s_{22}$

Kararlılık

- Kararsız yükselteç → osilatör olarak da bilinir – mikrodalga sinyal kaynağı
- Bir yükselteç şu koşullardan biri sağlandığında kararsız olur

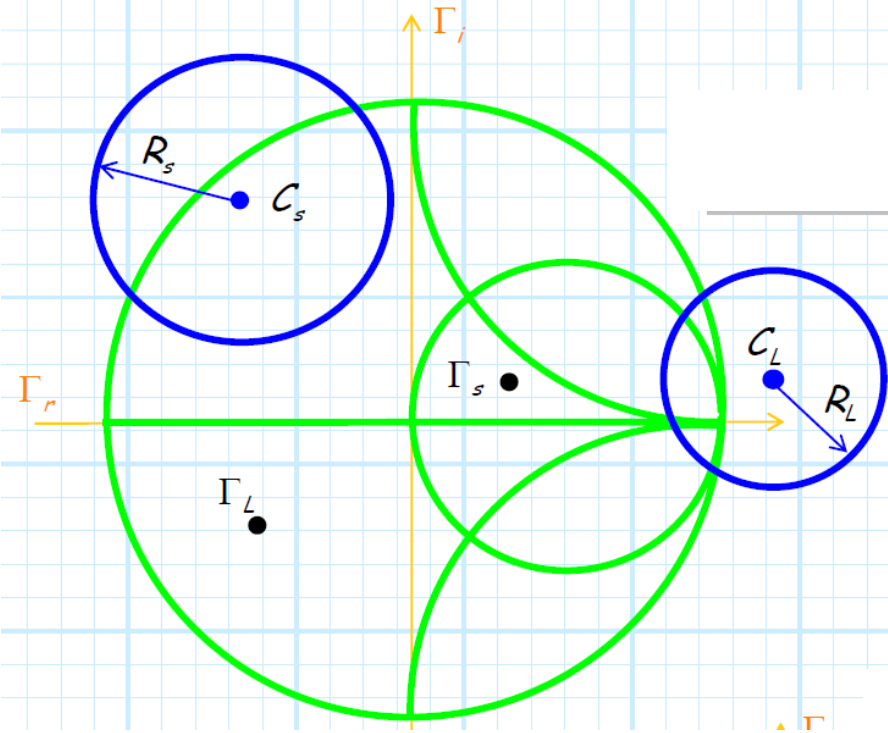
$$|\Gamma_{out}| = \left| S_{22} + \frac{S_{12} S_{21} \Gamma_s}{1 - S_{11} \Gamma_s} \right| > 1.0$$

$$|\Gamma_{in}| = \left| S_{11} + \frac{S_{12} S_{21} \Gamma_L}{1 - S_{22} \Gamma_L} \right| > 1.0$$

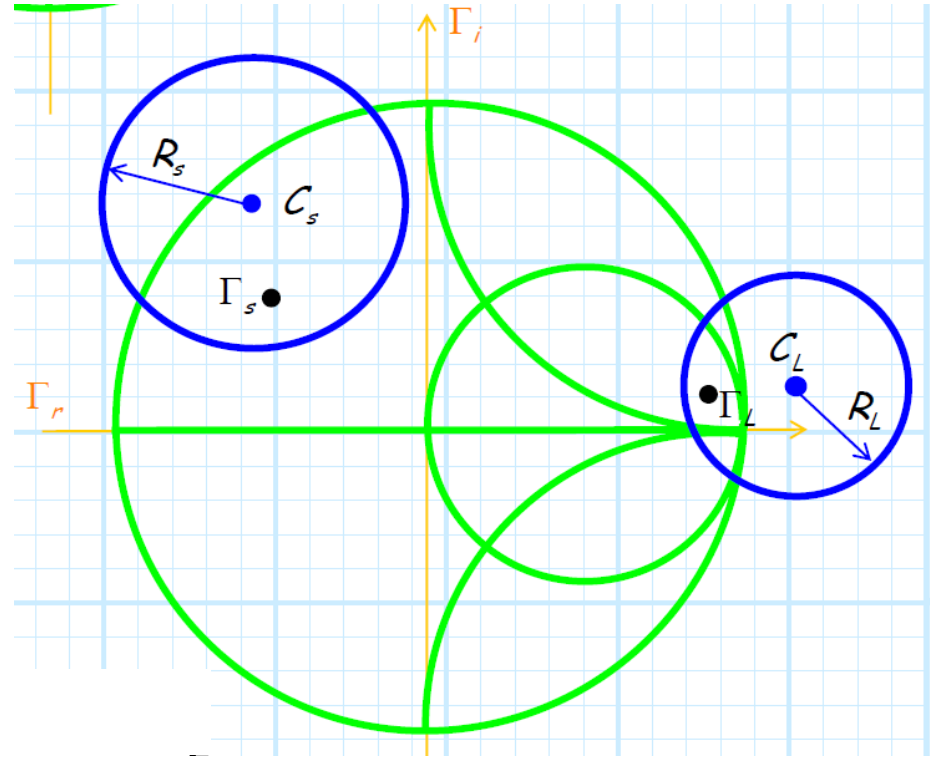


Kararlılık Daireleri

Kararlı



Kararsız

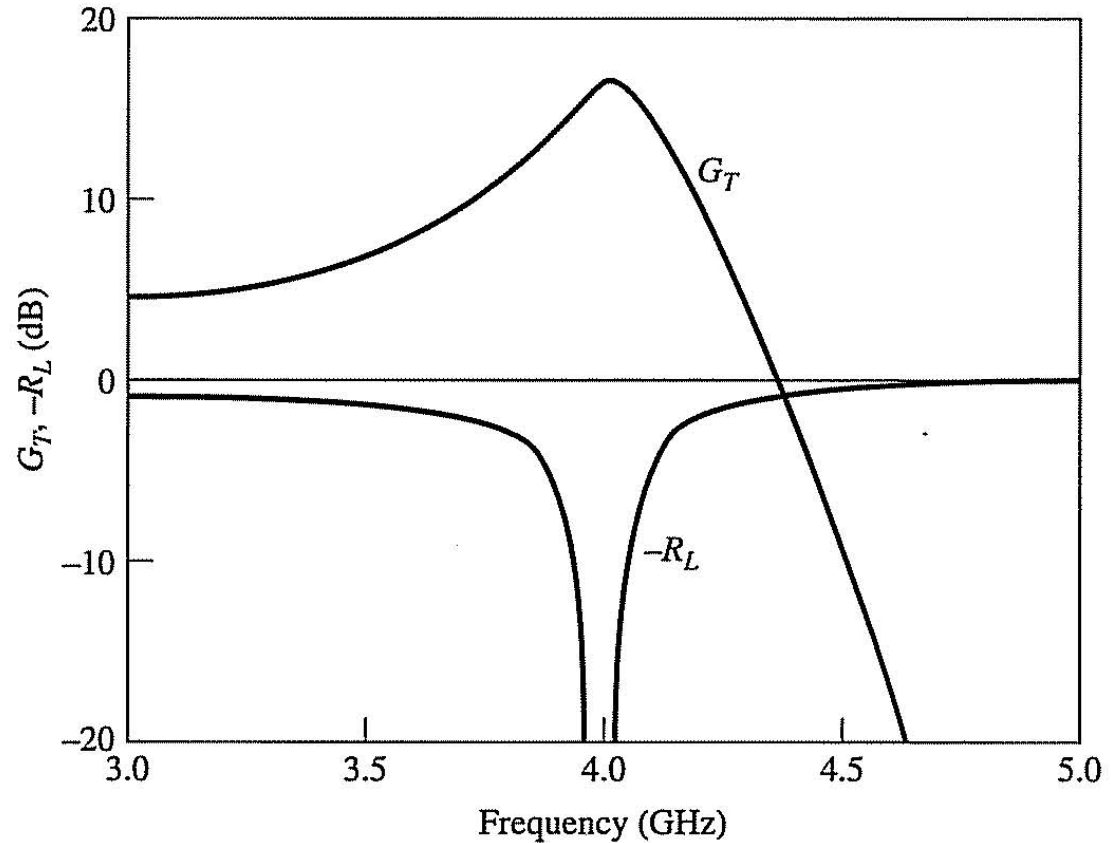
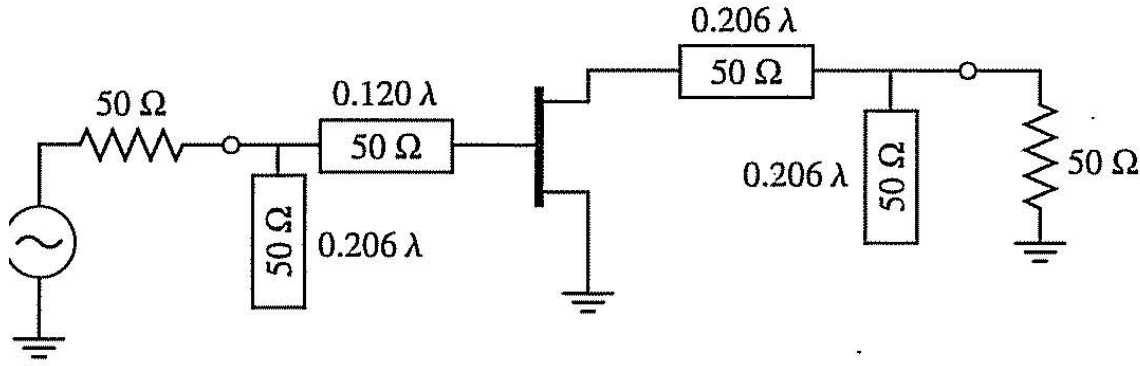


- tasarlanan yükseltecin kaynak ve yük yansımaya katsayıları bu dairelerin dışında olmalı, yoksa yükselteç yerine bir osilatör tasarlanmış olur!!

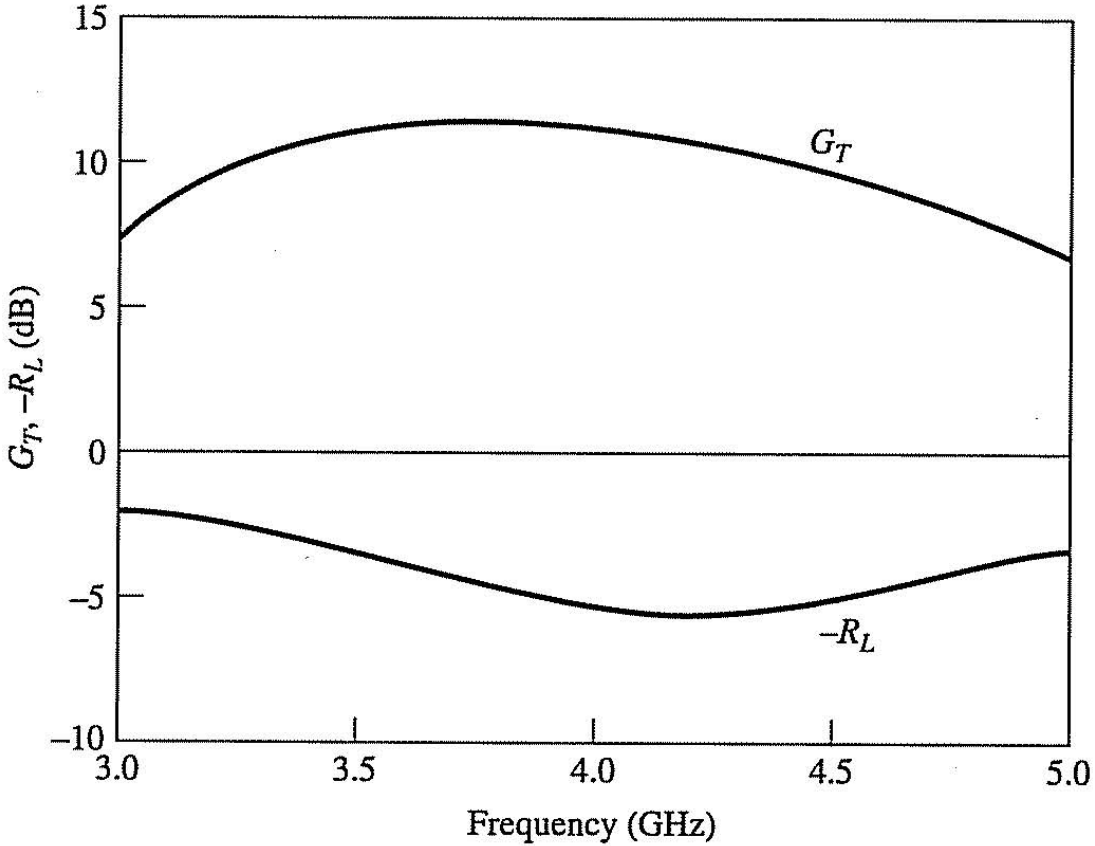
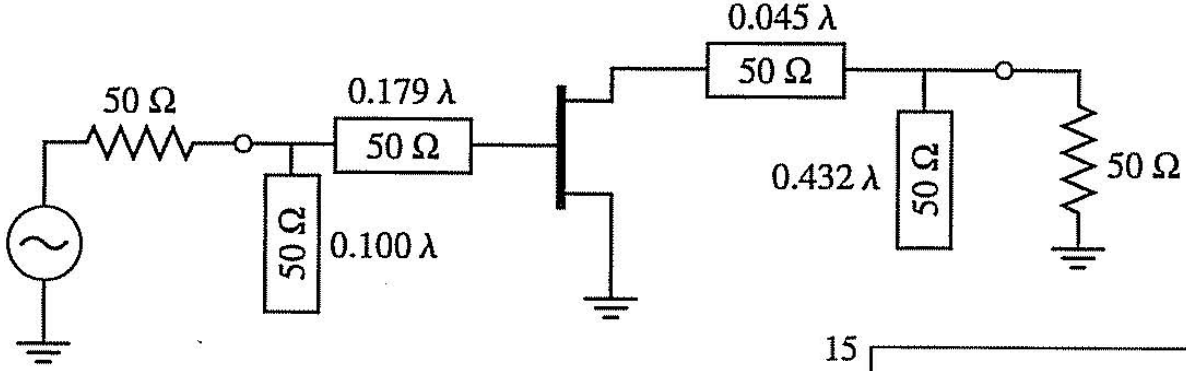
Uyumlama – Kazanç – bant Genişliği

- Empedans uyumu → Yüksek kazanç, ancak dar bir bant için
- İstenilen bir kazanç için yükselteç tasarlamak da gerekebilir → olası çözümler
 - Farklı transistör seç
 - Tranzistörün DC sapma gerilimini değiştir → küçük sinyal parametreleri, gürültü özellikleri değişir
- Bu nedelerden ötürü kazancı biraz düşürüp (S_{11} ve S_{22} yi azaltarak) **geniş bantta orta halli bir kazanç** hedeflenebilir

Uyum - Dar Bantta Yüksek Kazanç



Uyumsuz – Geniş Bantta Orta Halli Kazanç



Mikrodalga Tümüleşik (Entegre) Devre

- Ayrı ayrı tasarlayıp birbirine bağla → HANTAL
- Baskı Devre – mikroşerit , şerit hatlar ile mümkün
- Giderek artan derecede ‘Minyatürleşme’ isteniyor
 - Artan frekans ile minyatürleşme biraz kolaylaşıyor

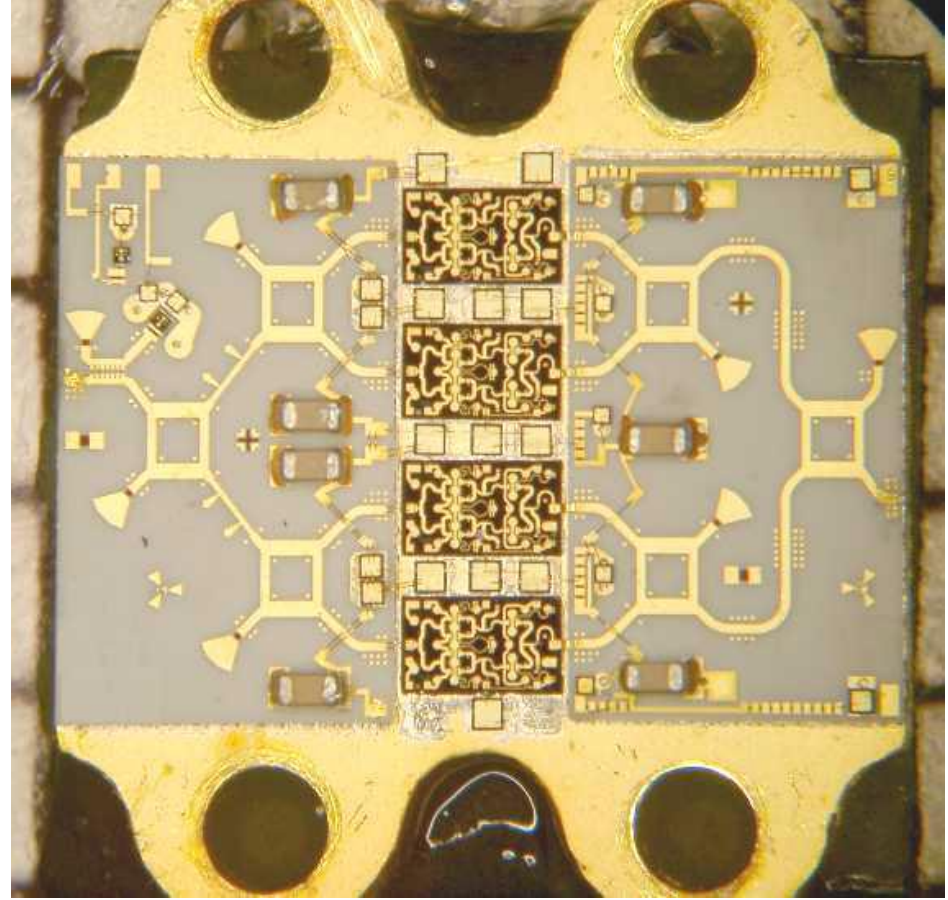
Çözüm

Melez mikro devreler – ilk kullanılan minyatürleştirme yaklaşımı

MMICs (Monolithic Microwave Integrated Circuit) – entegre devre tasarımında kullanılan yöntemler pekala mikrodalga devre tasarımında da kullanılabilir

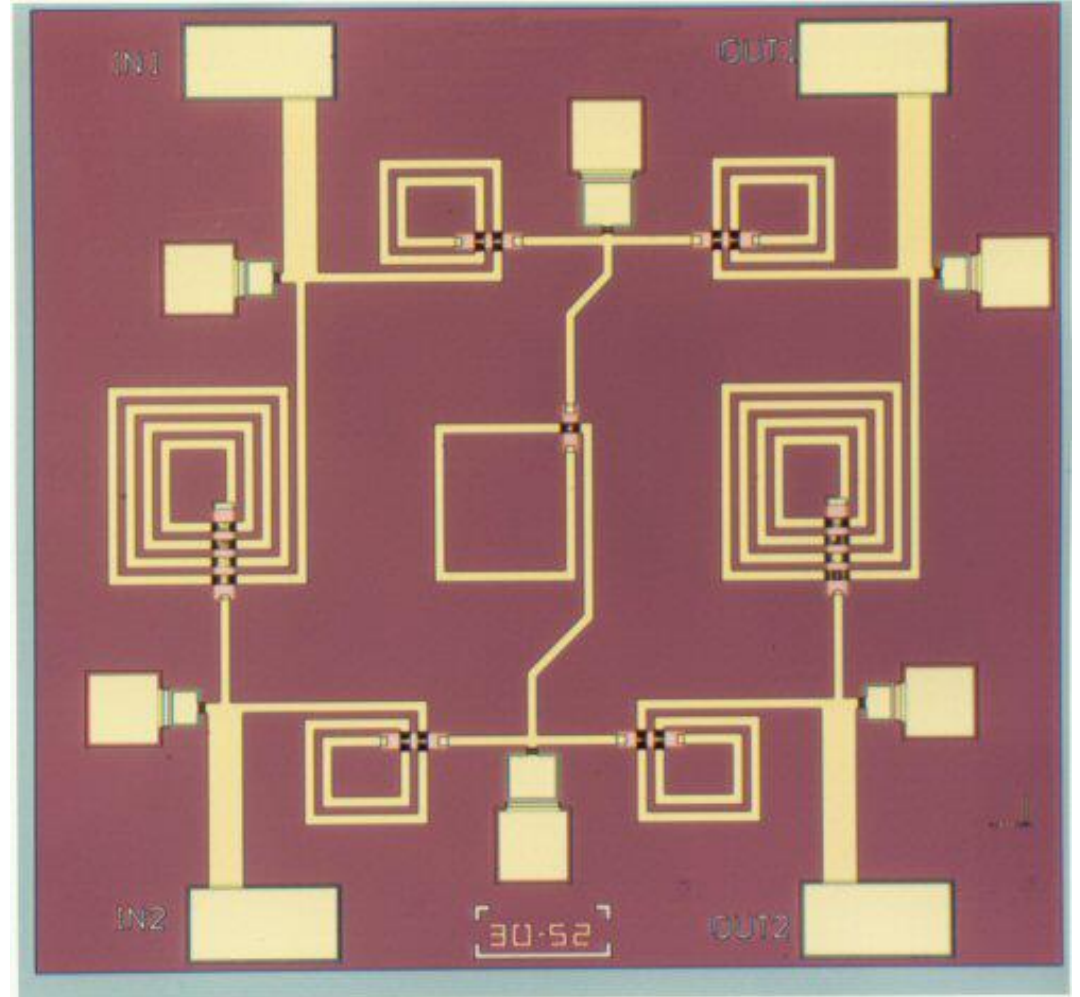
Melez Mikrodevreler

- Melez mikro devreler – ilk minyatürleştirme yaklaşımı
 - özel baskı devre tahtaları; düşük kayıplı, yüksek yalıtkan, e.g. Seramik, kristalli, ..
 - **Yüzey monte** elemanlar kullanılabilir: entegre devreler, direnç, sığa
 - Arabağlantılar için ince tel veya şerit hatlar kullanılabilir



Monolithic Microwave Integrated Circuit (MMICs)

- Küçük yapılar kullanılır. Bunlar arasında
 - sipiral endüktörler,
 - iletim hatları,
 - anahtarlar vardır



Monolithic Microwave Integrated Circuit (MMICs)

