



## **ELE 202 DEVRE ANALİZİ 2**

**GÜZ 2018**

### **TOUCH-TONE TELEPHONE (DTMF DECODER)**

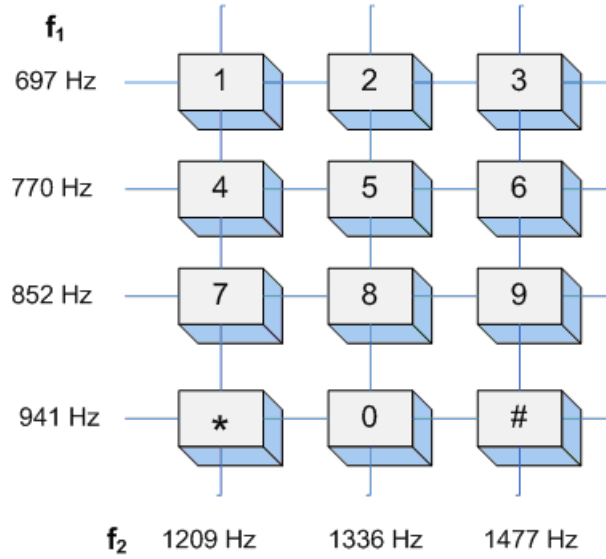
Mehmet Semih Saydam	171201052
Erdeniz Ivgin	171201012
Ceyda Elçin Kaya	171201067
Ali Alptuğ Emirdağ	171201073
Mert Çolak	171201077

## **İÇİNDEKİLER**

2.0 AMAÇ.....	SAYFA 2
3.0 AŞAMALAR VE AÇIKLAMALAR.....	SAYFA 3-4
4.0 VERİLER VE GRAFİKLER.....	SAYFA 6-16
4.1 DEVRELER.....	SAYFA 6-9
4.2 SİNYAL ÇIKTILARI VE GRAFİKLERİ.....	SAYFA 10-16
5.0 REFERANSLAR.....	SAYFA 15

## 2.0 AMAÇ

Bu projede amaçlanan 4 satır 3 sütun şeklinde düzenlenmiş 12 butona sahip bir tuşlu telefon tasarlamaktır. Bunun için luşturulan düzen iki gruba (düşük sinyal, yüksek sinyal) bölünmüş 7 ton kullanılarak 12 farklı sinyal sağlamaktadır. Düşük sinyal grubu ( $f_1$ ) sırayla 697Hz, 770Hz, 852Hz ve 941Hz frekanslarından ve yüksek sinyal grubu ( $f_2$ ) sırayla 1209Hz, 1336Hz ve 1477Hz frekanslarından oluşmaktadır.



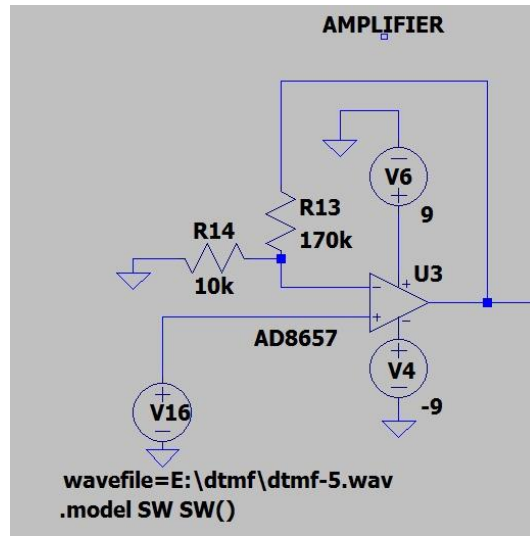
Şema 2.0.1

Bir butona basmak tek bir frekans çiftine denk gelen iki sinüzoidal dalga üretir. Tuş sinyalleri içerdikleri frekanslar sayesinde algılanarak deşifre edilir.

### **3.0 AŞAMALAR VE AÇIKLAMALAR**

**1-** En başta bize verilmiş olan ses dosyalarını mp3 formatından wav formatına çevirdik. Bunun sebebi devreyi kurmak için kullandığımız LTSpice programının wav dosya formatını desteklemesi idi.

**2-** Verilen ses dosyasının genliği düşük olduğu için filtrelerin başına non-inverting OP-AMP kullanarak amplifier (yükseltici) kurarak sinyali yükselttik. Yükseltecin beslemelerine +9/-9 V vererek çalışır hale getirdik. R14 ve R13 rezistans değerlerini birbirinin 17 katı seçerek giriş sinyalini  $[1+(R13/R14)]*V_{in}$  formülünü kullanarak 18 kat artırdık. Daha sonra yükseltilmiş sinyali 7 ton için oluşturulan 7 ayrı filtrenin girişine verdik.



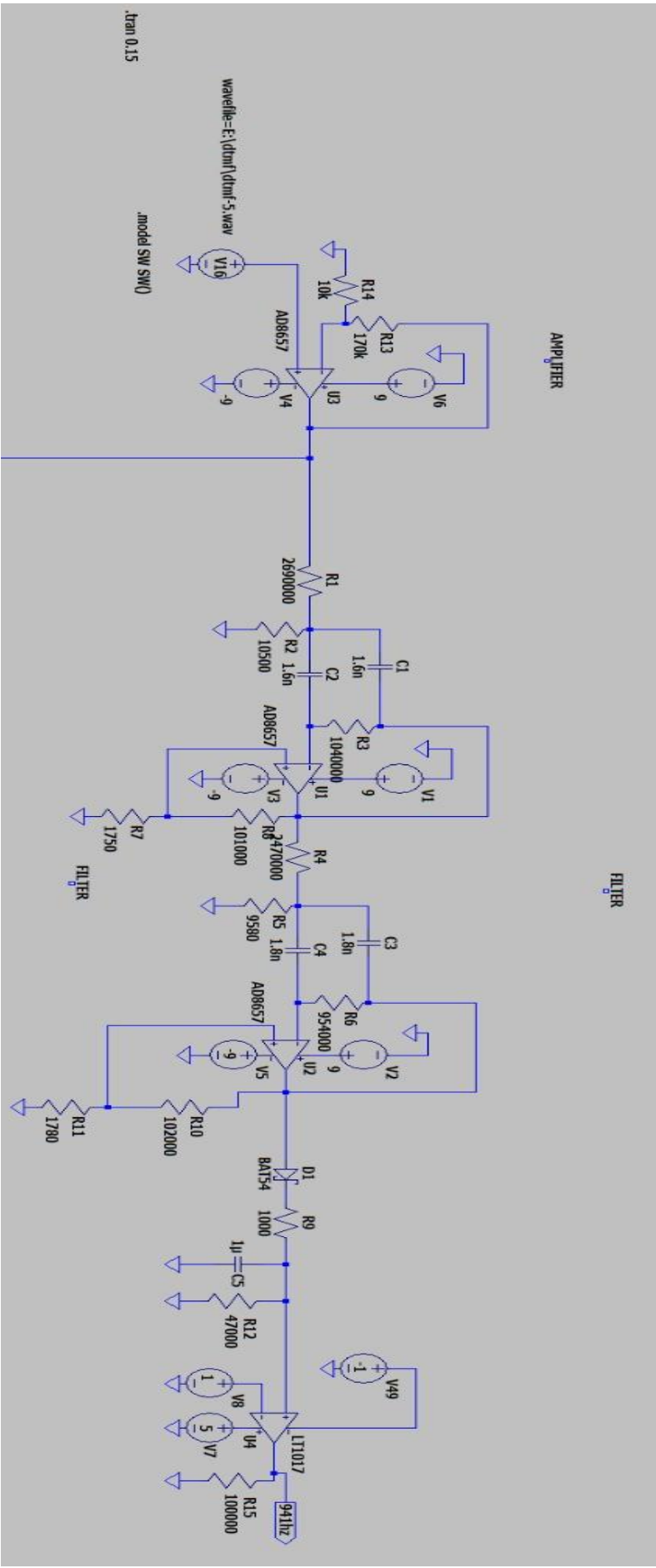
Şema 3.2.1: Yükseltici devresi

**3-** Filtre dizayn ederken “Analog Devices Filter Design” adlı dizayn programı kullandık. Filtreleri dizayn ederken aktif OP-AMP kullandık. Bunun nedeni daha keskin ve stabil bir filtre yapmaktır.

**4-** Devre kurulduktan sonra her bir giriş için (1-9,star,hash) çıkış sinyalleri test edildi. Bunun için giriş sinyaline gerekli sinyalin wave dosyası dosya konumundan eklendi. (Şema 3.4.1)

Örnek: 5 tuşu sinyali için wavefile=E:\dtmf\dtmf-5.wav ses dosyası eklendi.

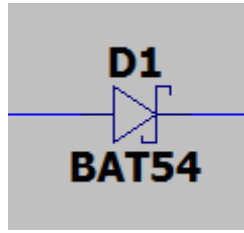
**5-** Verilen sinyal filtreden geçirildikten sonra yarım dalga doğrultucu ile filtrelenmiş AC sinüzoidal sinyali DC sinyaline yakın hale getirdik.



Şema 3.4.1: Bir ton için yükseltici ve filtre devresi

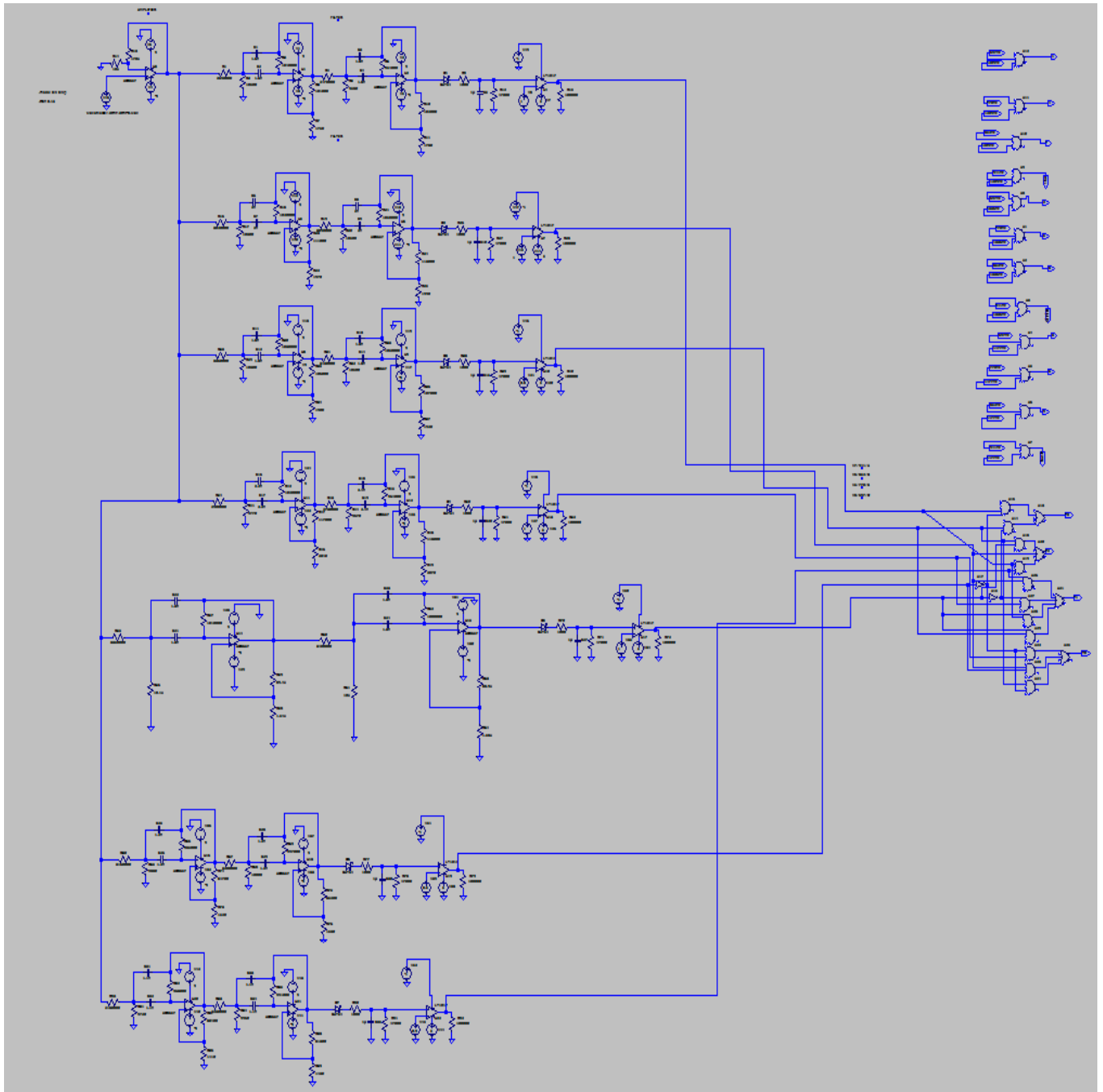
**6-** DC sinyale yaklaşan sinyali comparator devresi kullanarak belli bir voltaj değerin üzerindeyse 5V, değilse negatif voltaja çekti. Negatif voltaja çekmemizin nedeni LTSpice AND lojik kapılarının sadece negatif voltajı 0 kabul etmesiydi. Bu belirli voltaj sinyalin filtreledikten sonraki anlamlı kısmını ayırt etmek için grafikten belirlendi.

**7-** Akım, diyodun üzerinden anottan katoda doğru akarken, diyodun yapısı gereği, gerilimde belirli bir miktar düşüş olur. Silikon diyotlarda genellikle **0.7V** kadarken bizim kullandığımız Schottkey diyot tipinde bu düşüş miktarı çok daha düşüktü. Ayrıca diğer diyotların yüksek frekanslardaki çalışma süreleri ile Schottkey diyodu karşılaştırıldığında, Shottkey diyodu yüksek frekanslarda daha verimli ve kısa zamanda işlem yapıyordu.

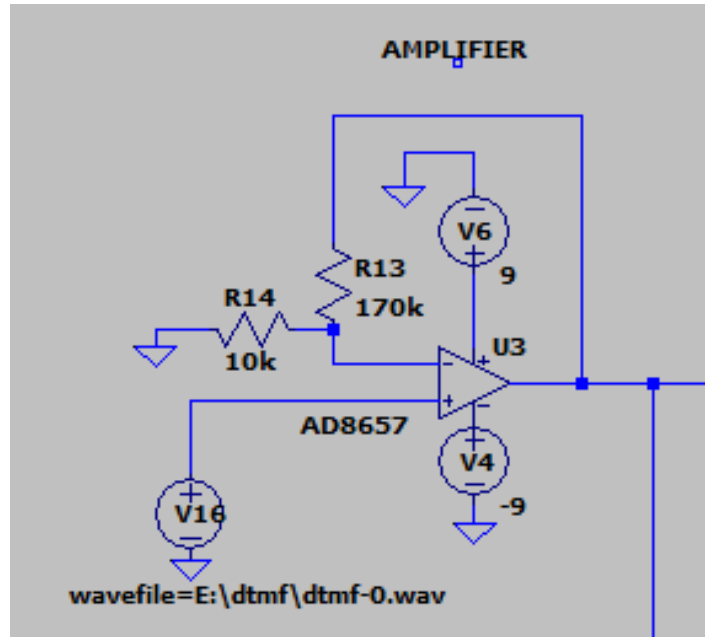


**8-** Çıkış sinyalleri tüm ton frekanslarını lojik kapılar ile bağlayarak oluşturuldu. Mantıksal devre Karnough Haritası yöntemi kullanılarak tasarlandı ve sonuca ulaşıldı.

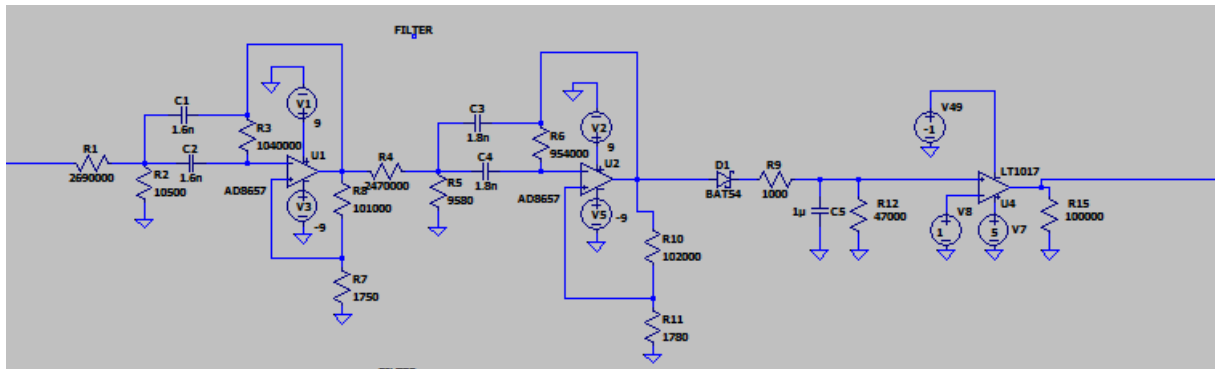
#### **4.1)DEVRELER**



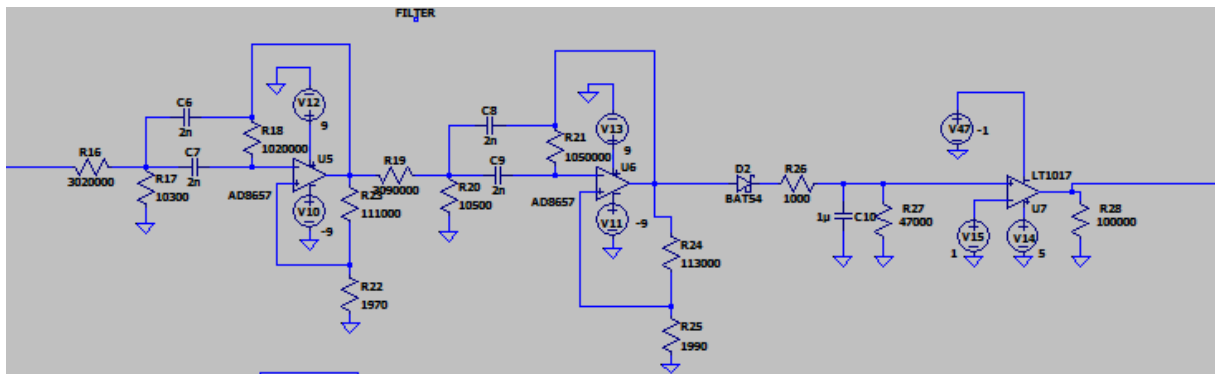
6 |



Figür 4.1.2: Sinyal yükseltici devresi

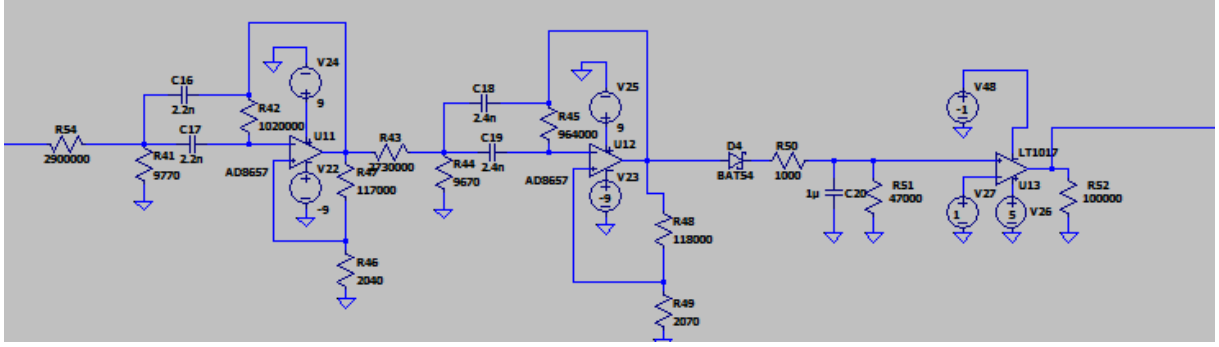


Figür 4.1.3: 941Hz düşük frekans filtresi

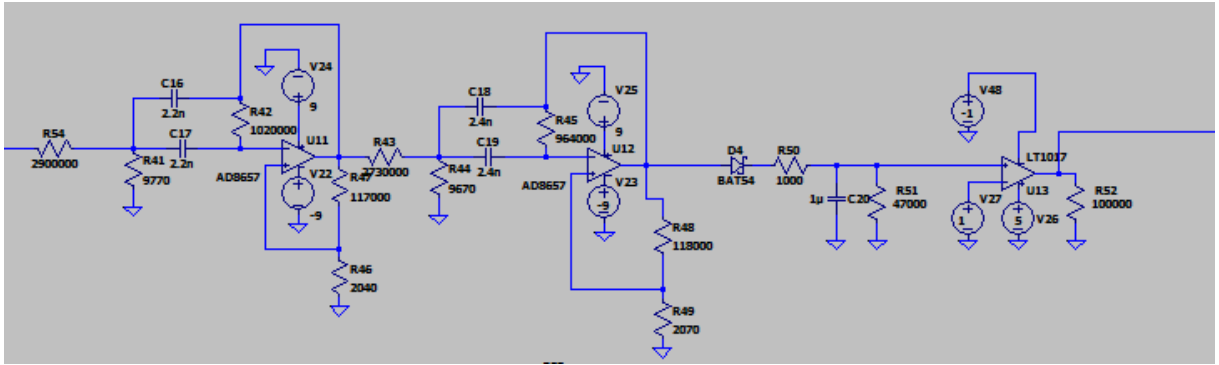


Figür 4.1.4: 770Hz düşük frekans filtresi

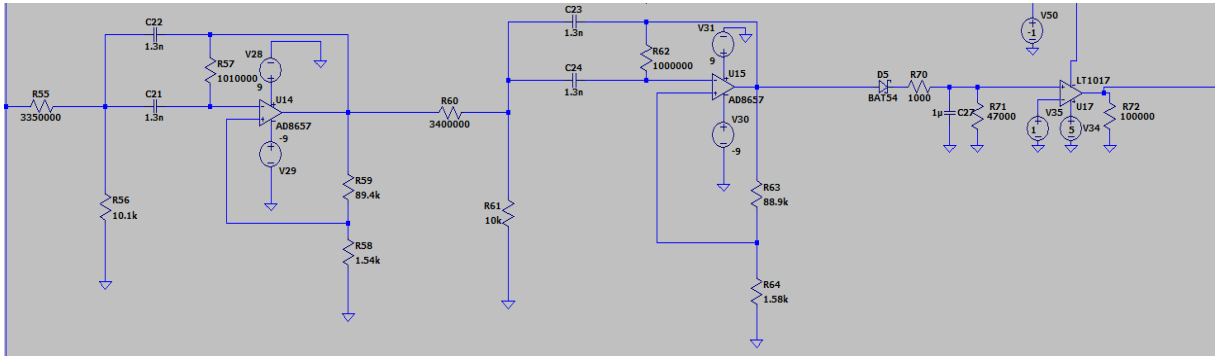




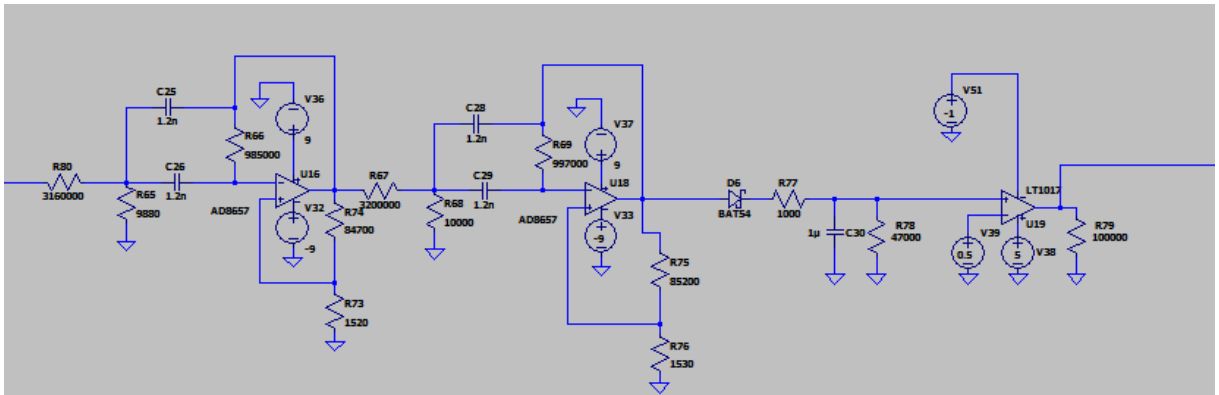
Figür 4.1.5: 852Hz düşük frekans filtresi



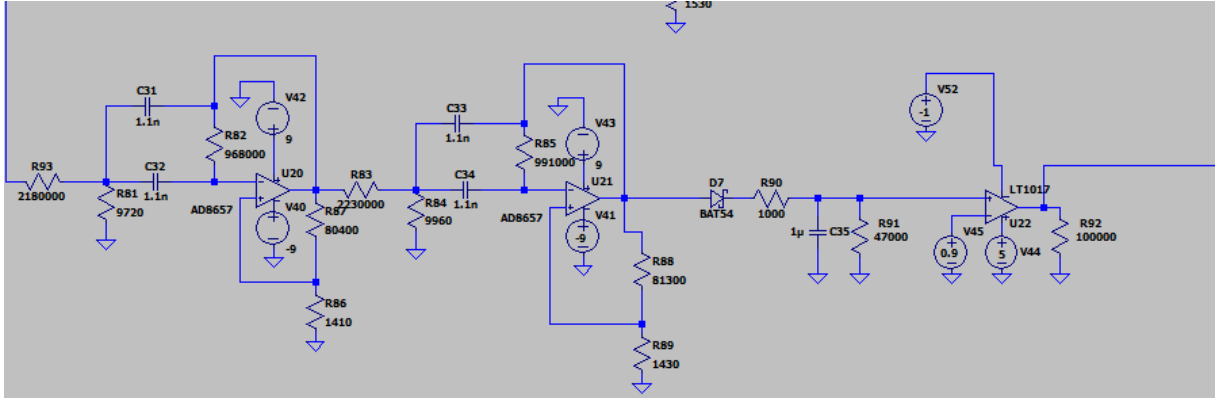
Figür 4.1.5: 697Hz düşük frekans filtresi



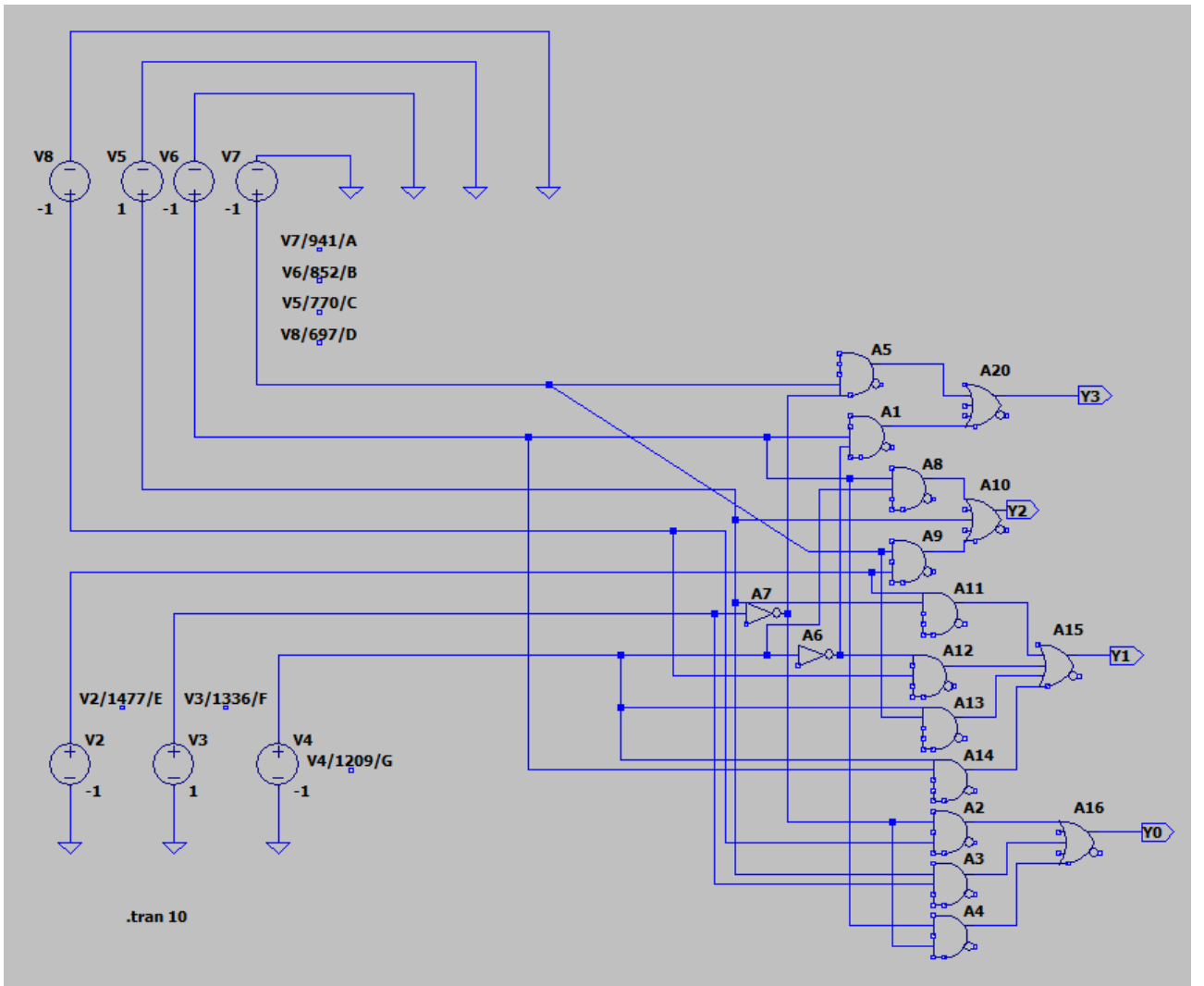
Figür 4.1.6: 1209Hz yüksek frekans filtresi



Figür 4.1.7: 1336Hz yüksek frekans filtresi

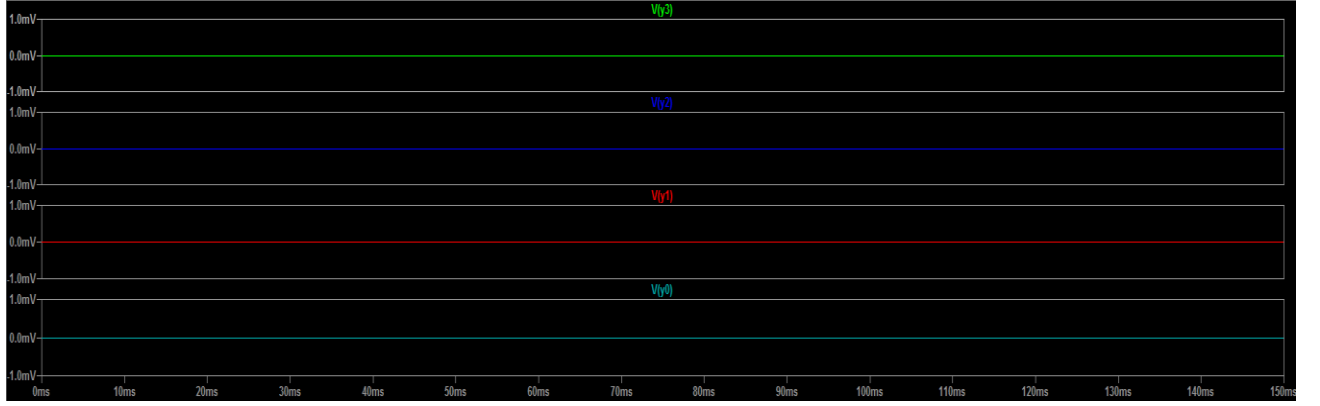


Figür 4.1.8: 1477Hz yüksek frekans filtresi

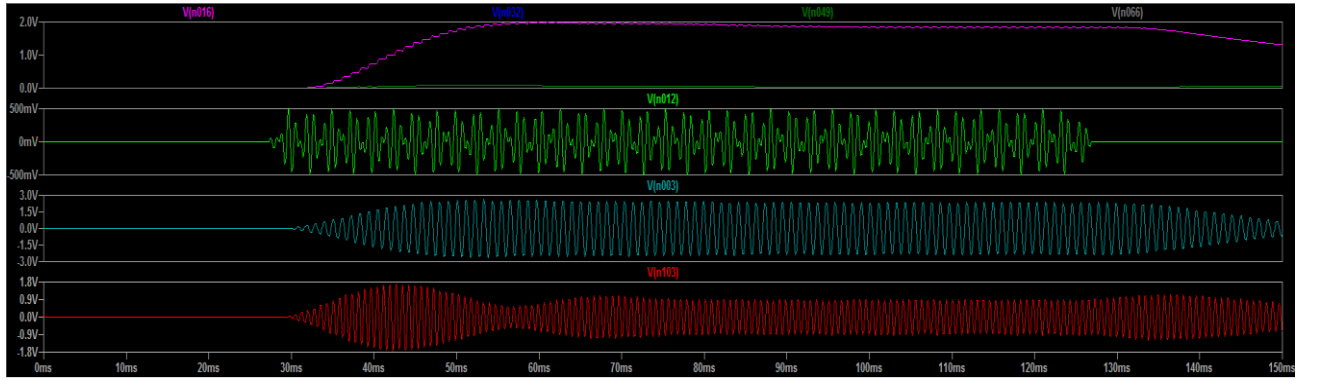


Figür 4.1.9: Filtrelenen sinyallerin lojik kapılarla çıkışları

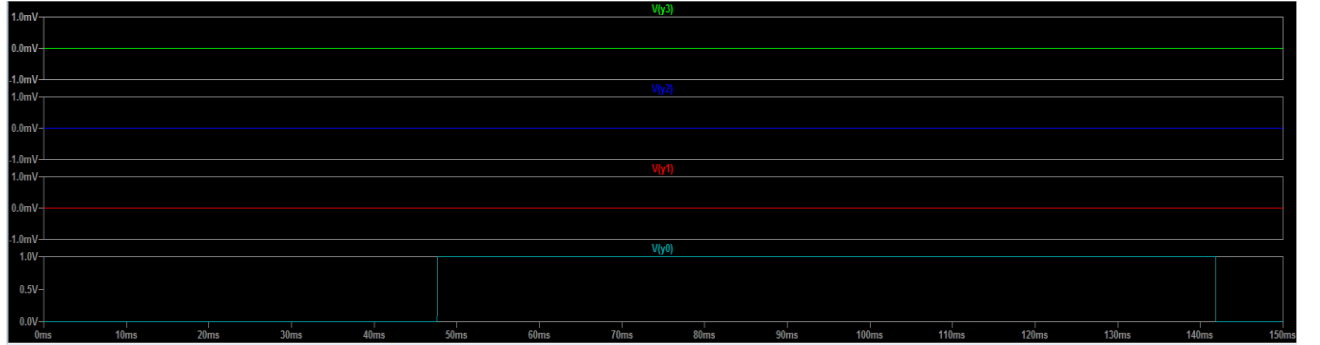
## 4.2 SİNYAL ÇIKTILARI VE GRAFİKLERİ



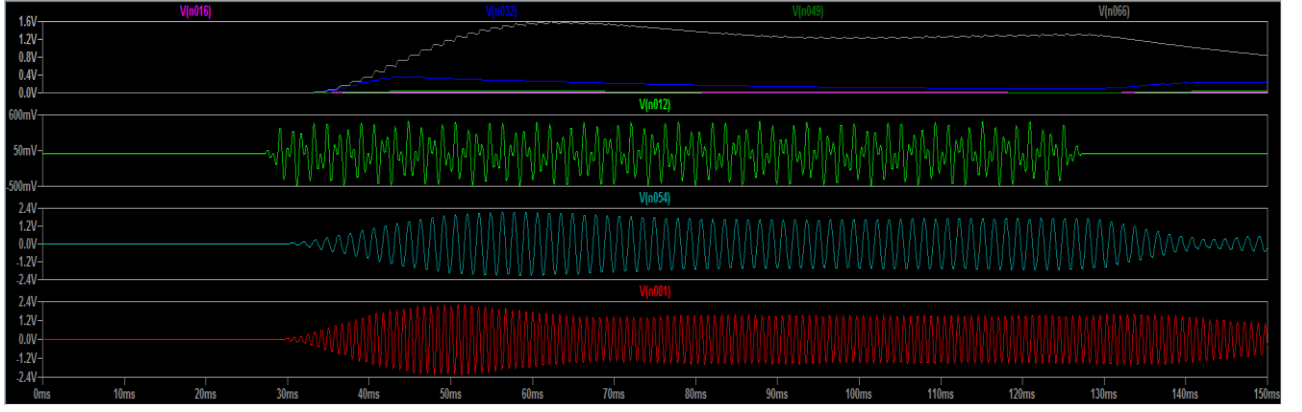
Figür 4.2.1: 0 butonu için binary çıkış grafiği



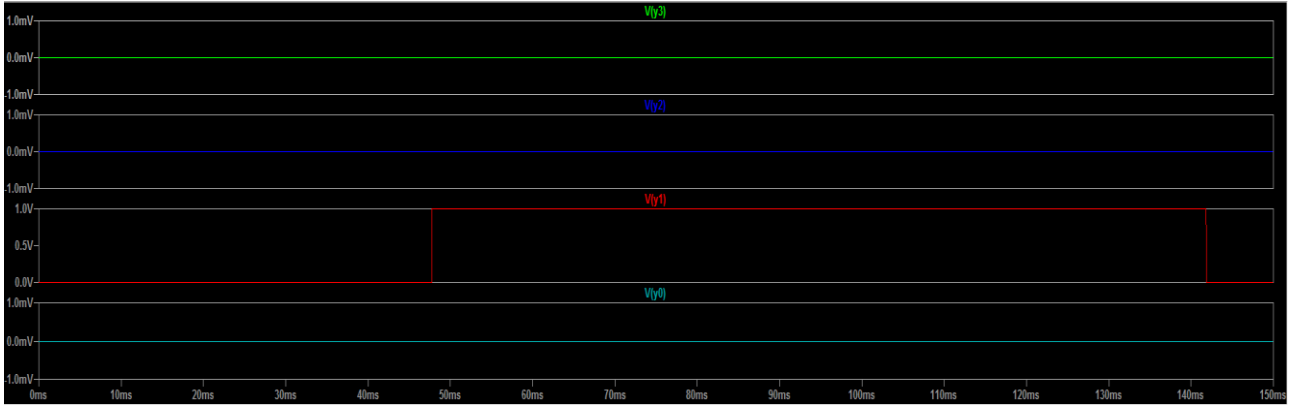
Figür 4.2.2: 0 butonu için frekans çıktıları (mavi 941Hz-kırmızı 1336Hz) ve giriş sinyali (yeşil) , filtrelendikten sonra bastırılan ve geçmesi gereken sinyal



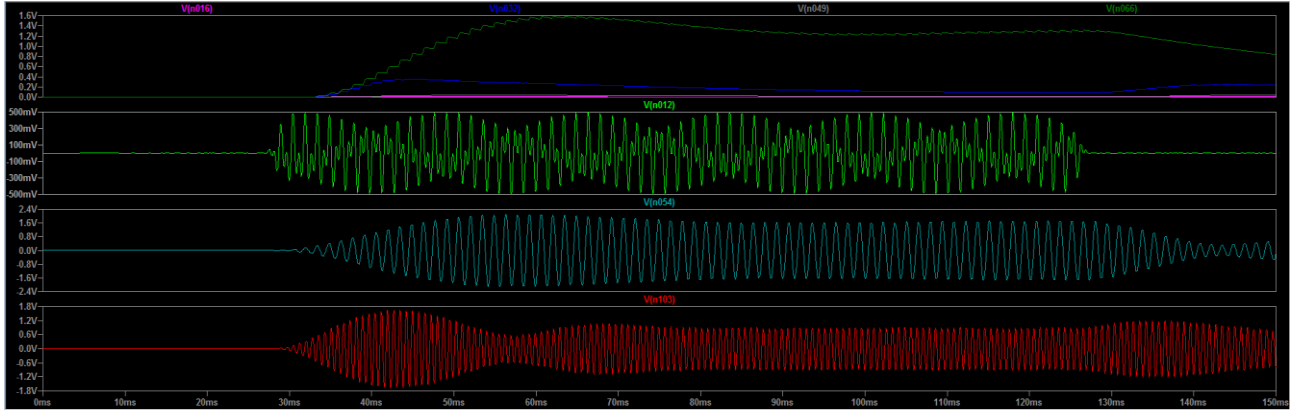
Figür 4.2.3: 1 butonu için binary çıkış grafiği



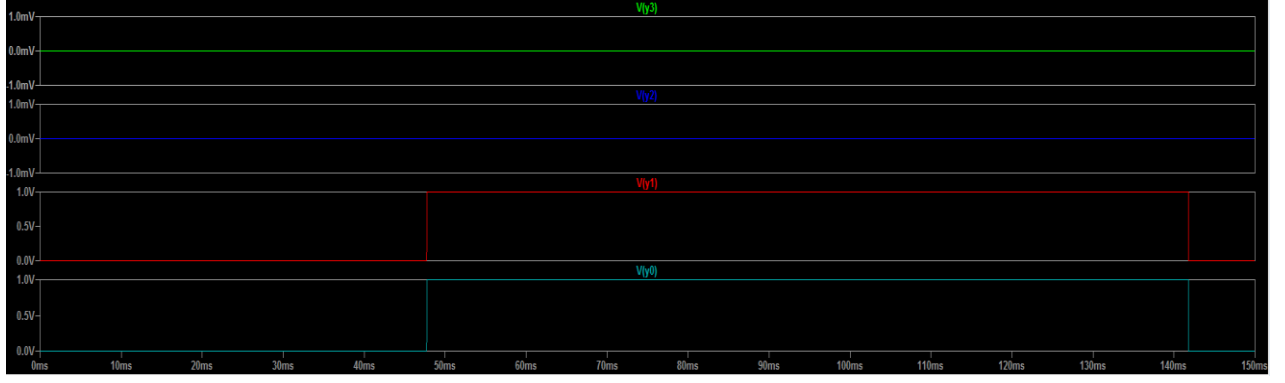
Figür 4.2.4: 1 butonu için frekans çıktıları (mavi 697Hz-kırmızı 1209Hz) ve giriş sinyali (yeşil) ,  
filtrelendikten sonra bastırılan ve geçmesi gereken sinyal



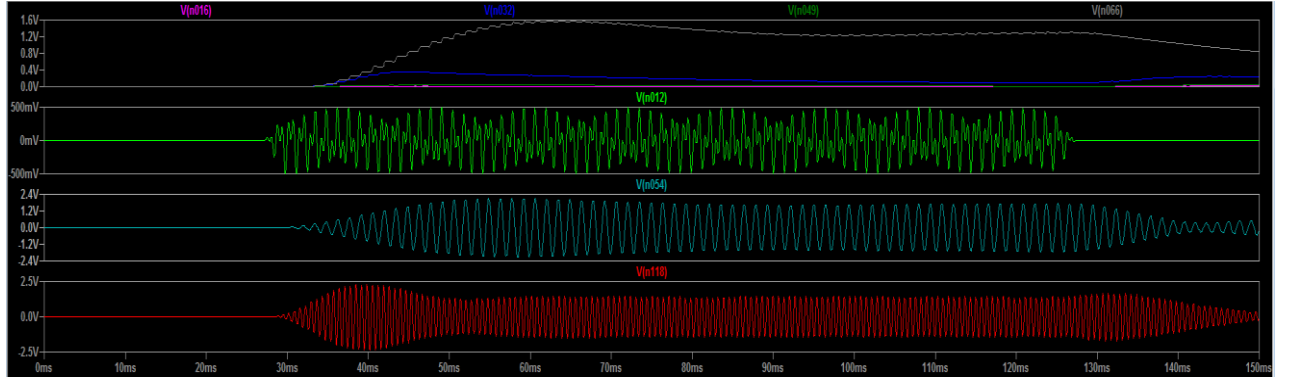
Figür 4.2.5: 2 butonu için binary çıkış grafiği



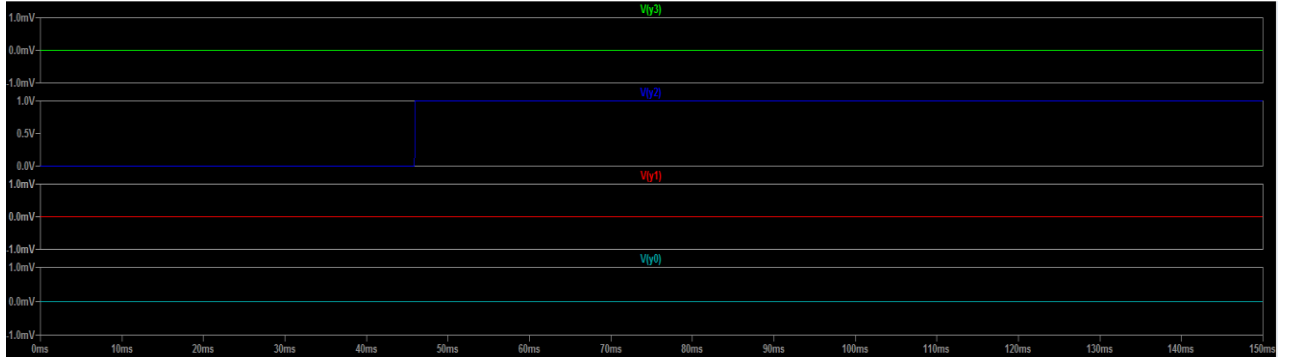
Figür 4.2.8: 2 butonu için frekans çıktıları (mavi 697Hz-kırmızı 1336Hz), giriş sinyali (yeşil),  
filtrelendikten sonra bastırılan ve geçmesi gereken sinyal



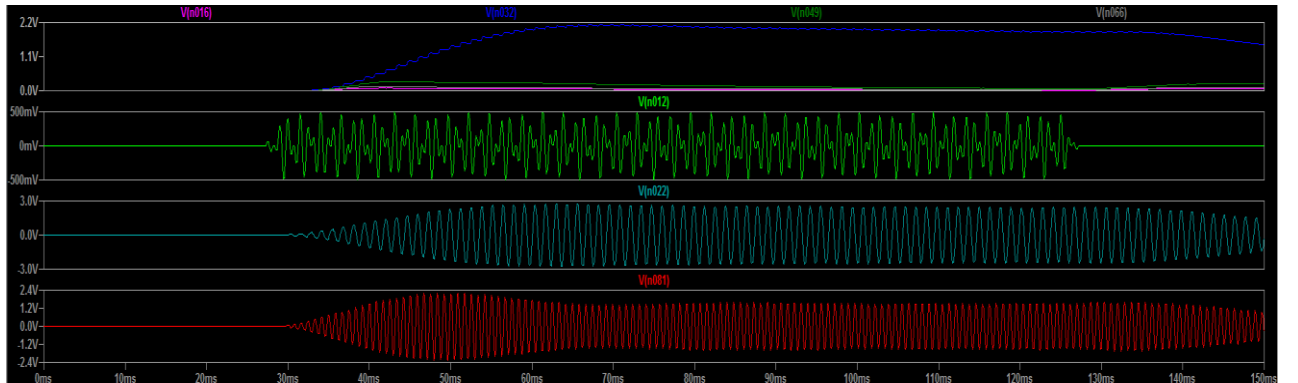
Figür 4.2.7: 3 butonu için binary çıkış grafiği



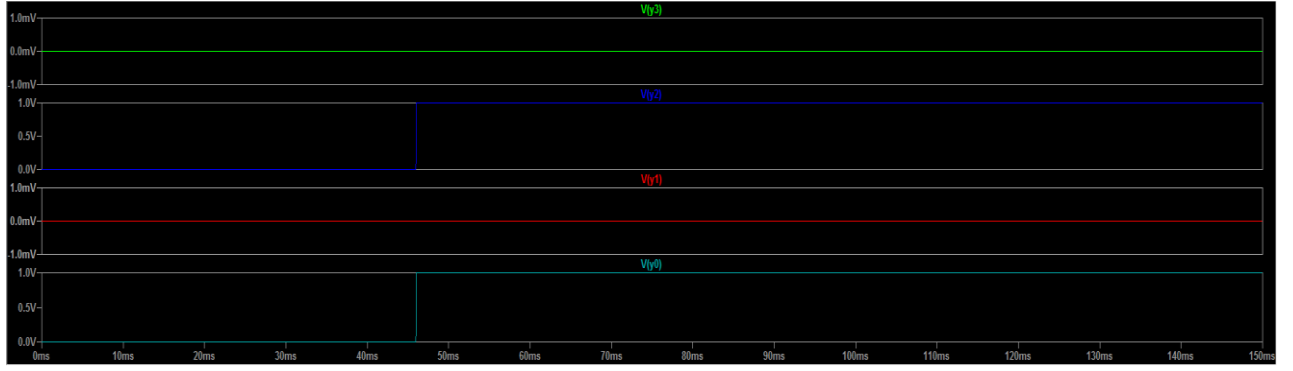
Figür 4.2.8: 3 butonu için frekans çıktıları (mavi 697Hz-kırmızı 1477Hz) ve giriş sinyali (yeşil) , filtreledikten sonra bastırılan ve geçmesi gereken sinyal



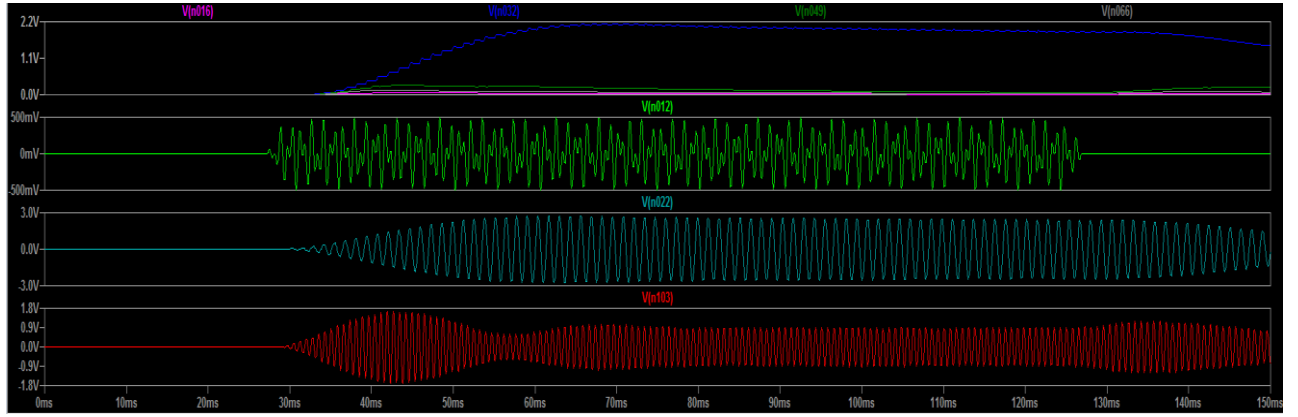
Figür 4.2.9: 4 butonu için binary çıkış grafiği



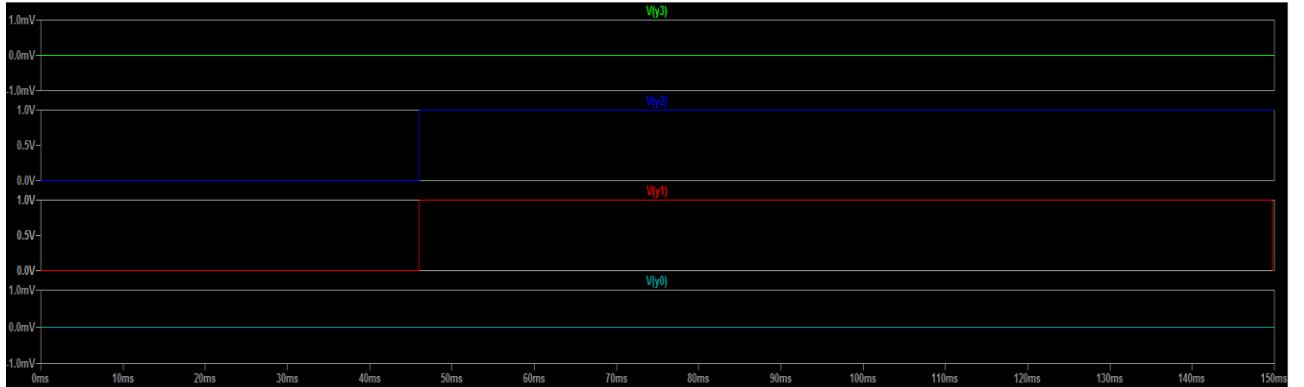
Figür 4.2.10: 4 butonu için frekans çıktıları (mavi 770Hz-kırmızı 1209Hz) ve giriş sinyali (yeşil) , filtreledikten sonra bastırılan ve geçmesi gereken sinyal



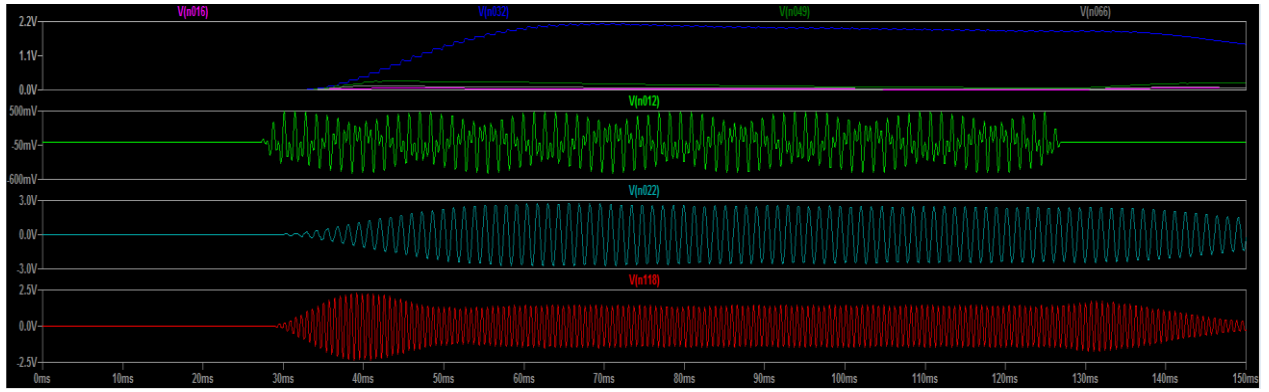
Figür 4.2.11: 5 butonu için binary çıkış grafiği



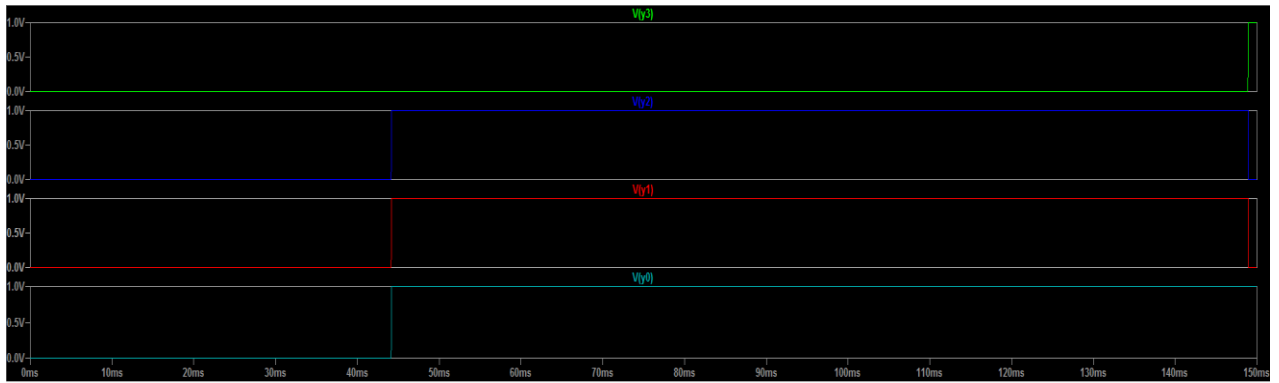
Figür 4.2.12: 5 butonu için frekans çıktıları (mavi 770Hz-kırmızı 1366Hz) ve giriş sinyali (yeşil) , filtrelendikten sonra bastırılan ve geçmesi gereken sinyal



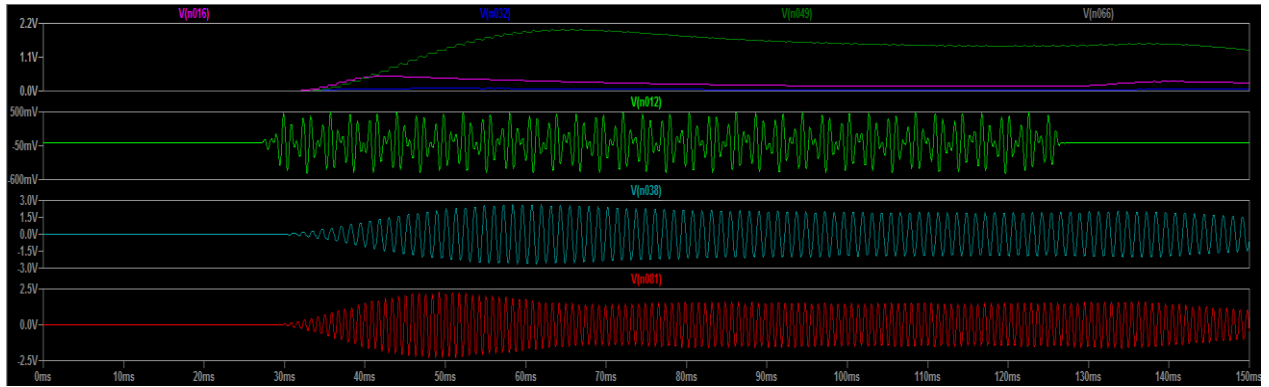
Figür 4.2.13: 6 butonu için binary çıkış grafiği



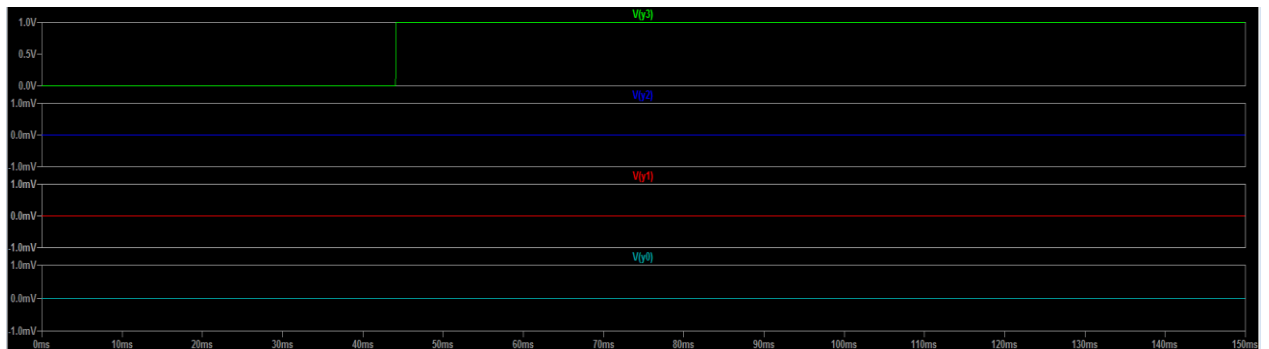
Figür 4.2.14: 6 butonu için frekans çıktıları (mavi 770Hz-kırmızı 1477Hz) ve giriş sinyali (yeşil) , filtrelendikten sonra bastırılan ve geçmesi gereken sinyal



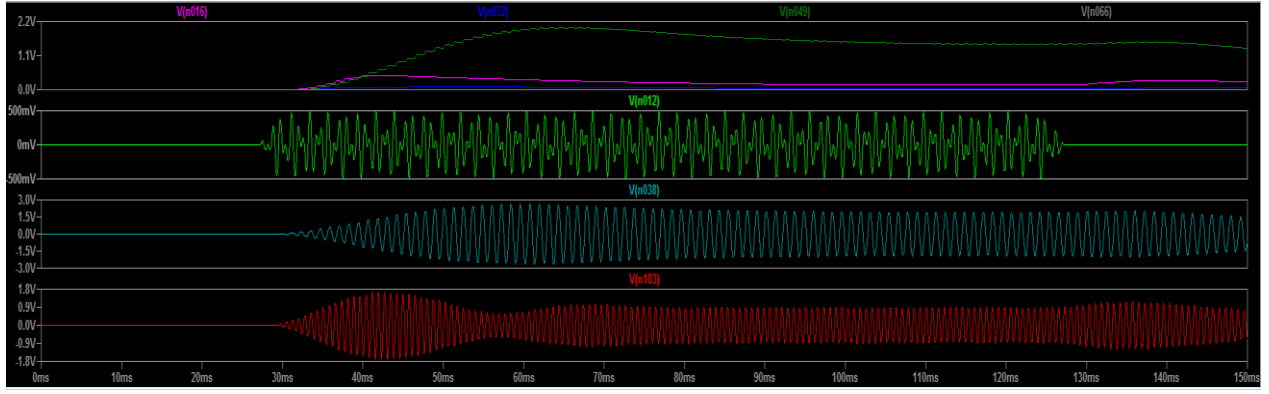
Figür 4.2.15: 7 butonu için binary çıkış grafiği



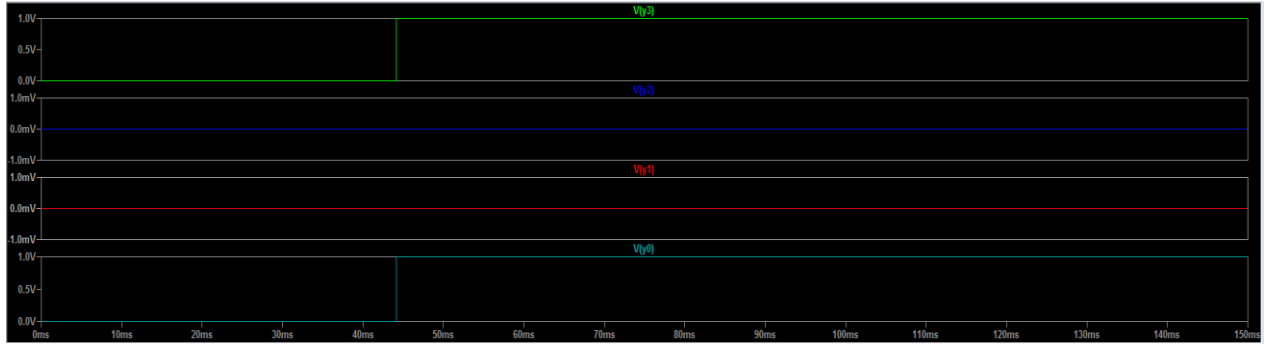
Figür 4.2.16: 7 butonu için frekans çıktıları (mavi 852Hz-kırmızı 1209Hz) ve giriş sinyali (yeşil) , filtrelendikten sonra bastırılan ve geçmesi gereken sinyal



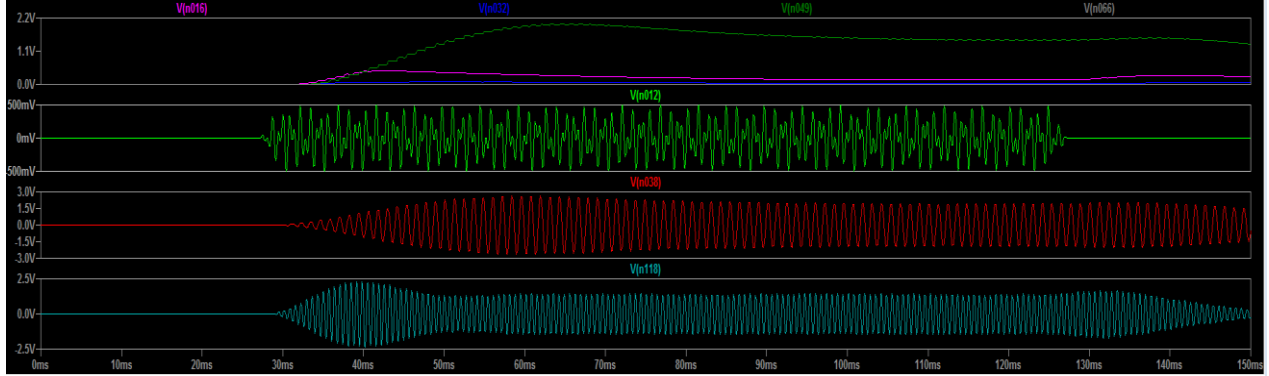
Figür 4.2.17: 8 butonu için binary çıkış grafiği



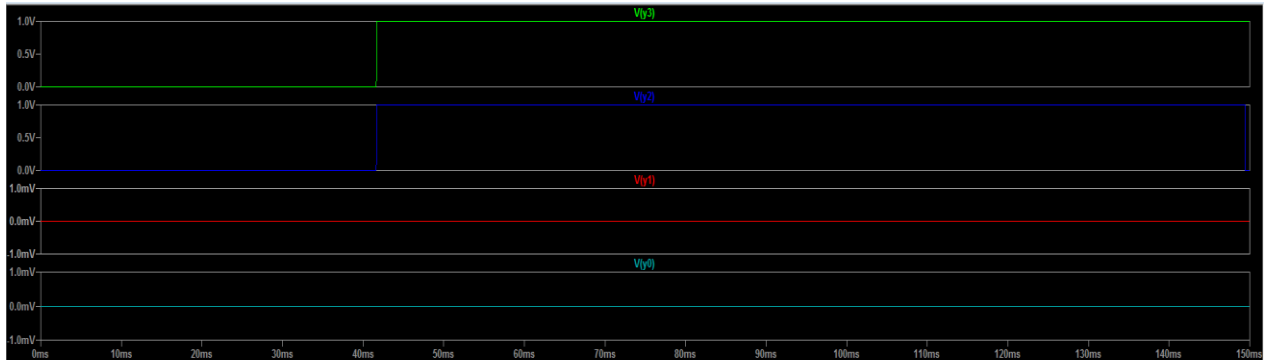
Figür 4.2.18: 8 butonu için frekans çıktıları (mavi 852Hz-kırmızı 1336Hz) ve giriş sinyali (yeşil) , filtrelendikten sonra bastırılan ve geçmesi gereken sinyal



Figür 4.2.19: 9 butonu için binary çıkış grafiği

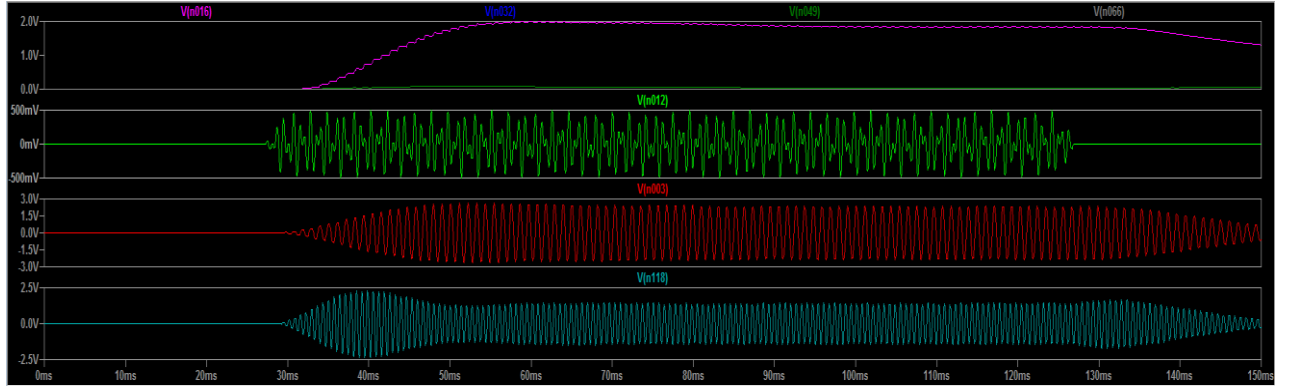


Figür 4.2.20: 9 butonu için frekans çıktıları (mavi 852Hz-kırmızı 1477Hz) ve giriş sinyali (yeşil) , filtrelendikten sonra bastırılan ve geçmesi gereken sinyal

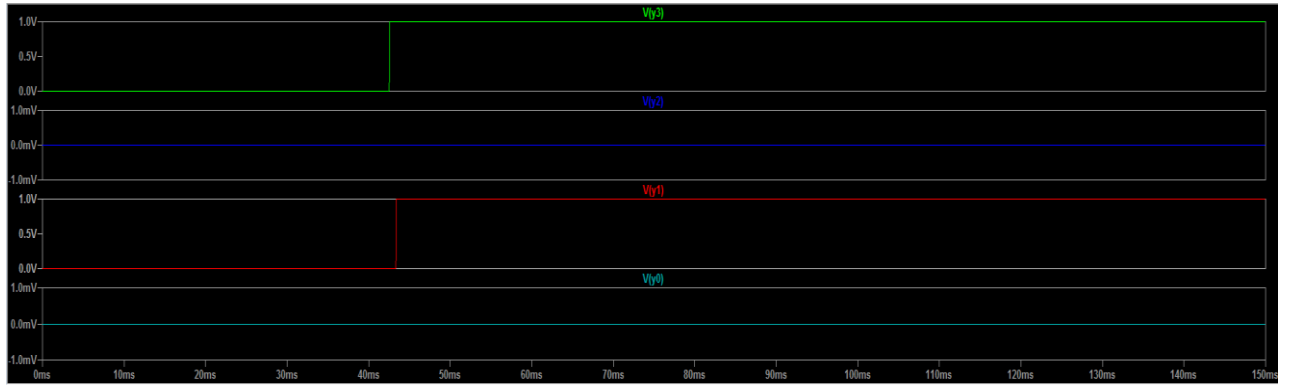


Figür 4.2.21: Hash butonu için binary çıkış grafiği

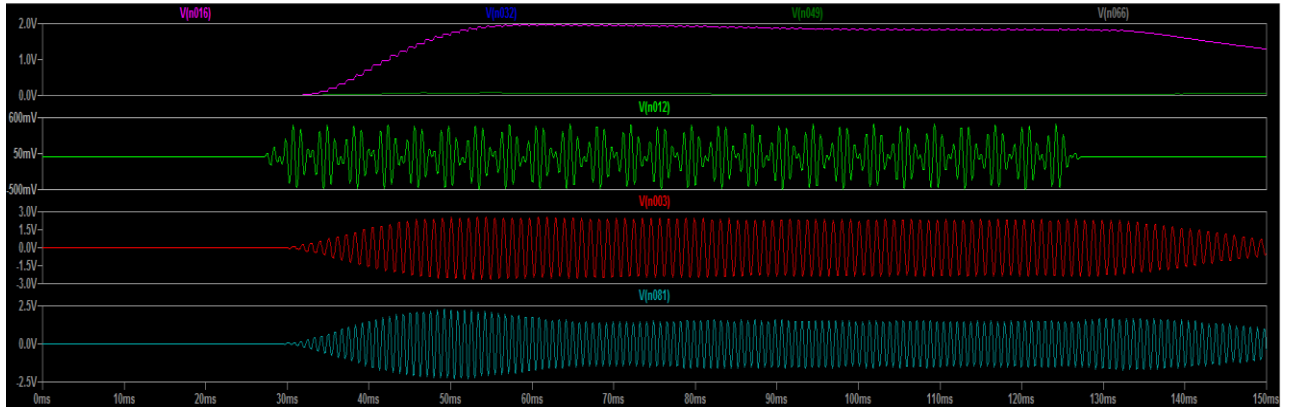




Figür 4.2.22: Hash butonu için frekans çıktıları (mavi 941Hz-kırmızı 1477Hz) ve giriş sinyali (yeşil) ,  
filtreledikten sonra bastırılan ve geçmesi gereken sinyal



Figür 4.2.23: Star butonu için binary çıkış grafiği



Figür 4.2.24: Star butonu için frekans çıktıları (mavi 941Hz-kırmızı 1209Hz) ve giriş sinyali (yeşil) ,  
filtreledikten sonra bastırılan ve geçmesi gereken sinyal

## **5.0 REFERANSLAR**

- Fundamentals of Circuit Analysis, C.K.Alexander, M.N.O Sadiku, 4<sup>th</sup> Edition
- <https://www.analog.com/designtools/en/filterwizard/>
- <http://www.32x8.com/var7.html>