

TMS320 C5515 Kiti ile Analog İşaret Üretimi

Giriş

Sayısal İşaret İşleme kullanarak sinüs işareti elde etmenin farklı yolları vardır. Bunlardan ilk akla geleni, daha önceden bir tabloya kaydedilen sinüs değerlerinin kullanılmasıdır. İkinci bir yöntem ise sayısal bir osilatör kullanmaktır. Sayısal osilatör yönteminde üretilecek sinüs işaretinin genliği, frekansı, çözünürlüğü ve fazı sadece iteratif fonksiyonun parametreleri değiştirilerek ayarlanabilir.

Deneyde ikinci yöntem ele alınacaktır. Sayısal osilatörün tasarımında ise kararsız IIR (Infinite Impulse Response) tipi bir filtre kullanılacaktır.

IIR filtre tasarımında denklem metodu adı verilen ve oldukça iyi kalitede sinüs üreten bir yöntem kullanılacaktır. Birim darbe cevabı $\sin(n\omega T)$ olan bir sistemin ikinci dereceden fark denklemi

$$y(n) = A y(n-1) + B y(n-2) + C x(n-1)$$

şeklinde yazılabilir. Buradaki A, B ve C parametrelerinin uygun seçimi ile istenilen özelliklerde sinüs işaretini T örnekleme periyoduna bağlı olarak üretmek mümkündür. Bu sinüs işareti DAC aracılığı ile zamanda sürekli analog işarete dönüştürülür ve bir alçak geçiren filtreden geçirilerek kuantalama hatası düşürülür. Sonuçta, sayısal bir yöntemle analog sinüs işareti oluşturulmuş olur.

Kullanılması düşünülen ayrık bileşenlerle (direnc, kapasitans, endüktans) gerçekleştirilen çıkış filtresinin kesim frekansı, üretilmek istenilen sinüzoidal işaretin frekansından yukarıda olması gerekir.

Yukarıda belirtilen fark denkleminin katsayıları

$$A = 2\cos(\theta_{\text{Derece}})$$



$$\theta_{\text{Derece}} = (f_{\text{istenilen}}/f_{\text{örnekleme}}) * 360$$

$$B = -1$$

$$C = \sin(\theta_{\text{Derece}})$$

olarak yazılabilir. Bu katsayıların nasıl elde edildiğini inceleyelim.

Yukarıda verilen fark denkleminin Z dönüşümü alınırsa, elde edilecek denklem

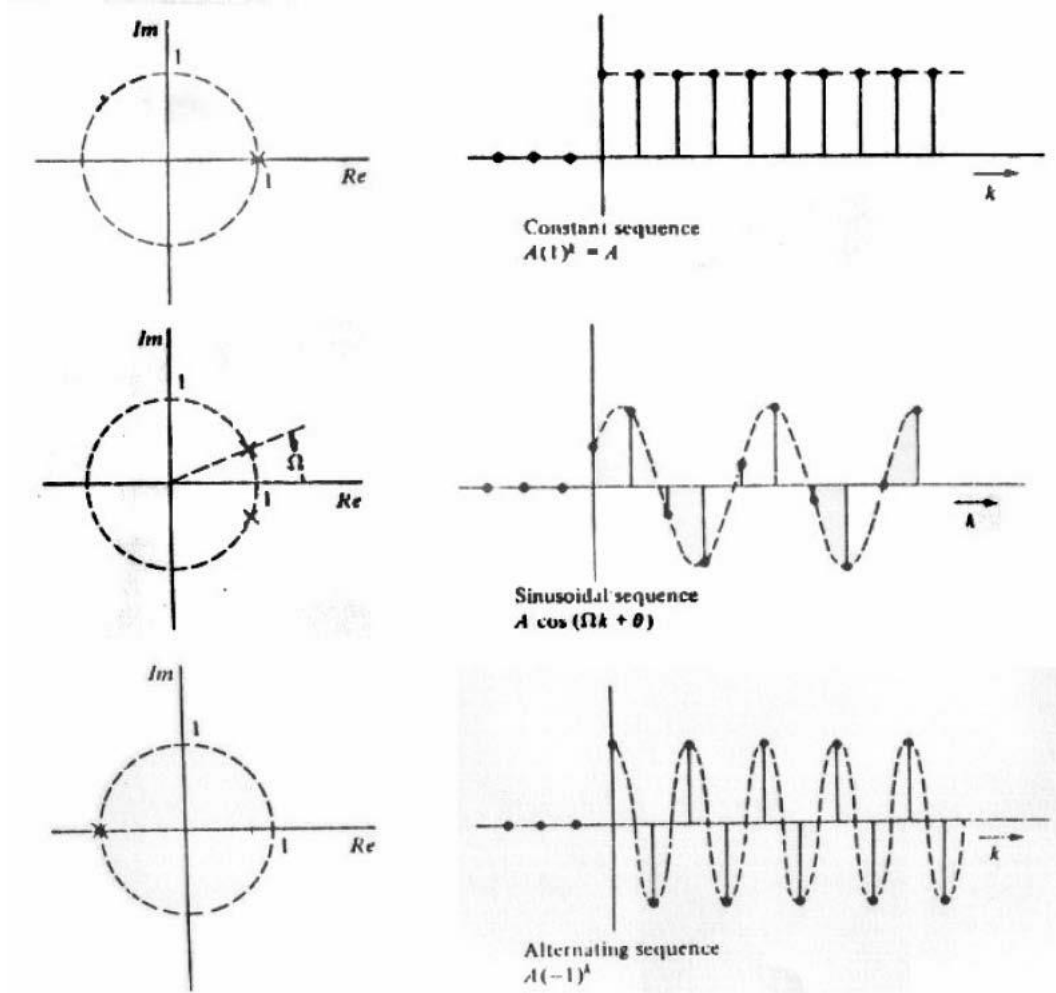
$$Y(Z) = AY(Z)Z^{-1} + BY(Z)Z^{-2} + CX(Z)Z^{-1}$$

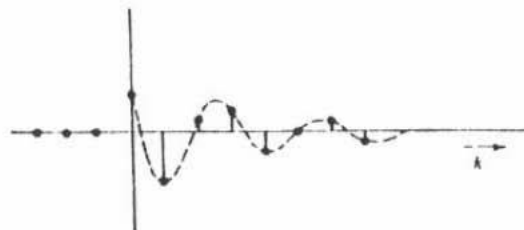
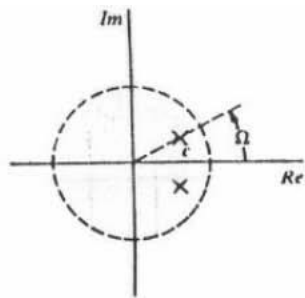


şeklinde olur. Bu denklemden hareketle transfer fonksiyonu $T(Z)$:

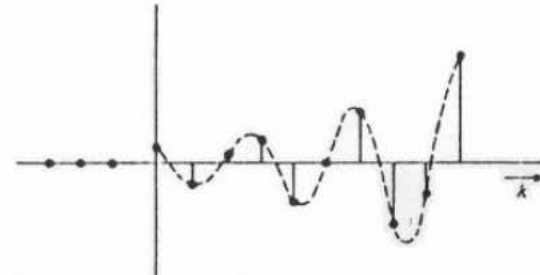
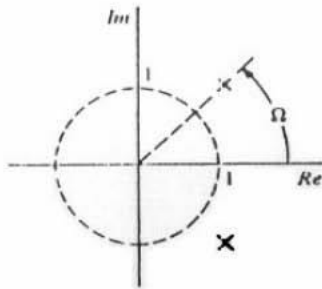
$$T(Z) = Y(Z) / X(Z) = CZ / (Z^2 - AZ - B)$$

Transfer fonksiyonundaki payın köklerine *sıfırlar*, paydadaki köklere ise *kutuplar* adı verilmektedir. Birim çember üzerindeki konumlarına göre kutuplar ve sıfırlar fonksiyonun davranışını değiştirmektedir.

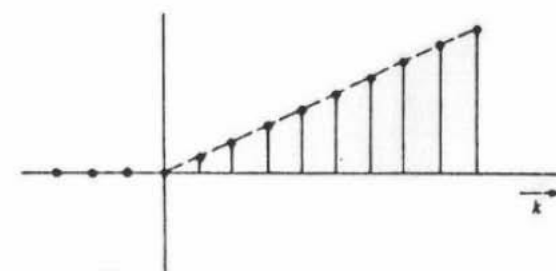
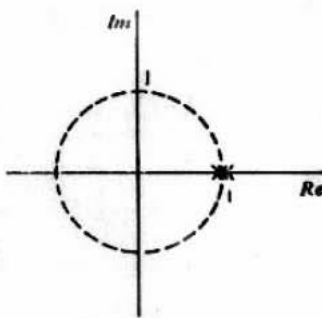




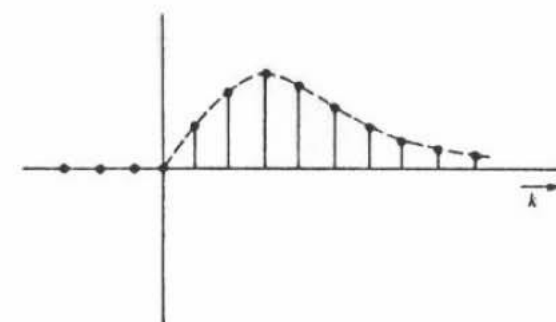
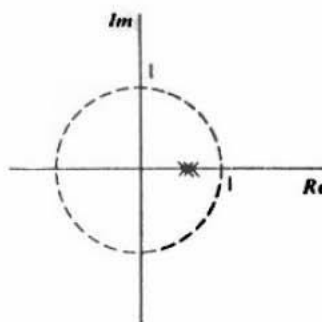
Damped sinusoidal sequence
 $Ac^k \cos(\Omega k + \theta)$



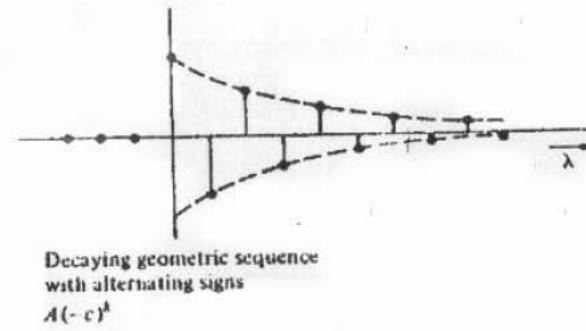
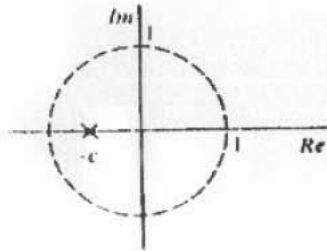
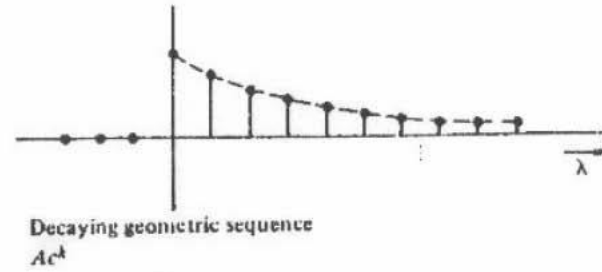
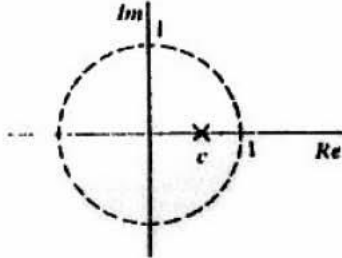
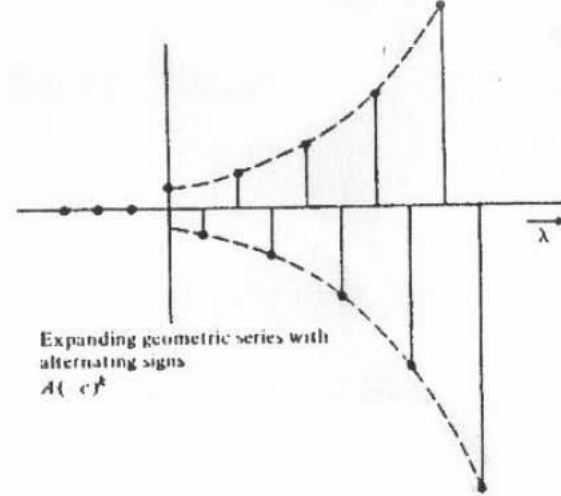
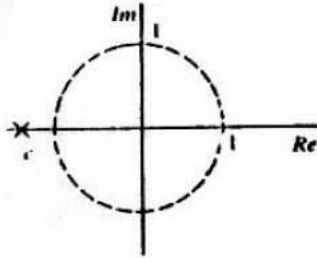
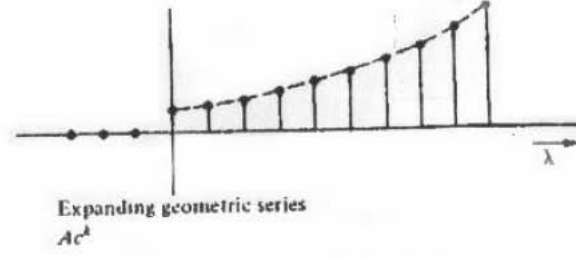
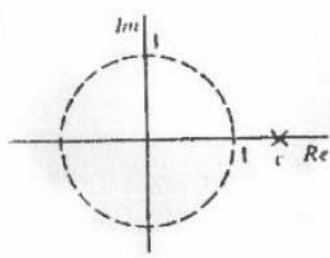
Exponentially expanding sinusoidal sequence
 $A(1/c)^k \cos(\Omega k + \theta)$



Ramp sequence
 $Ak(1)^k = Ak$



Ramp-weighted geometric sequence
 Akc^k



Transfer fonksiyonunun, $T(Z)$, kutuplarını bulmak için ikinci dereceden polinomların köklerini bulan eşitlikten yararlanılır.

$$X_{1,2} = (-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}) / 2a$$

Bu denklem T(Z)'in kutupları için çözülecek olursa, elde edilir. Burada köklerin sanal ve imajiner kısımları vardır. Elde etmek istediğimiz işaret periyodik sinüs işareti olduğuna göre, kutuplar birim çember üzerinde simetrik olmalıdır.

$$x_{1,2} = \frac{A \pm \sqrt{A^2 + 4B}}{2}$$

$$\text{Re}(x) = A/2 = \cos\theta$$

$$\text{Im}(x) = (\sqrt{A^2 + 4B}) / 2 = \sin \theta$$

Denklemlerden $A=2\cos\theta$, $B=-1$, $C=\sin\theta$ olduğu ortaya çıkar.

Deneyden Önce Yapılacaklar

1. 2. dereceden bir IIR (Infinite Impulse Response) filtre kullanarak sinüs işareti nasıl üretilir, inceleyiniz.
2. Sinüs işaretinin üretimi için fark denkleminin katsayılarının (A,B,C) nasıl hesaplandığını öğreniniz.
3. Q15 formatı nedir, inceleyiniz.

Deney Elemanları

Sayısal işaret işlemcili deney kiti (TMS320 C5515) Osiloskop, Piezo Ses Üreteci Bilgisayar

Deney 1.1

Deneyin bu bölümünde 2. dereceden IIR filtre yardımıyla sinüs işaretinin üretimi amaçlanmaktadır.

TMS320 C5515 kitinde çalıştırdığınız programın kart çıkışında nasıl bir işaret ürettiğini osiloskop kullanarak inceleyiniz.

Üretilen sinüs işaretinin genliğini 1/3 oranında azaltan yeni katsayıları hesaplayınız.

Deney 1.2

Farklı frekansta sinüs işaretlerinin belirli bir harmoni içinde oluşturulması ile melodi üretilmektedir. Bu amaçla yazılan programı TMS320 C5515 kitinde çalıştırınız ve çıkış işaretini ve osiloskopta gözlemleyiniz. Çıkışı aynı zamanda piezo ses üretecine bağlayarak, oluşan melodiyi dinleyebilirsiniz.

Deney 1.3

Sayısal İşaret İşlemci kullanarak sırasıyla kare ve dalga üretilmek istenmektedir. Bu amaç doğrultusunda

- . • Kare ve üçgen dalga üretecek programın algoritmasını yazınız.
- . • Yazılan algoritmadan hareket ederek dsp kiti için gereken programı kodlayınız.
- . • TMS320 C5515 seri analog çıkışını osiloskopa bağlayarak programınızın oluşturduğu işaretleri inceleyiniz.

Raporda İstenilenler

1. Raporunuzu “Rapor Yazım Kılavuzu’na” uygun olarak yazınız.
2. Fark denklemlerinden yararlanarak sinüs işaretin üretilmesinin aşamalarını raporunuza ekleyiniz.
3. ADSP533 kitini kullanarak kare ve üçgen dalga üreten yazılımı gerekli açıklamalarla raporunuza ekleyiniz.