

T.C

FIRAT ÜNİVERSİTESİ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

<u>EET-306 SAYISAL KONTROL LABORATUVARI</u> <u>DENEY FÖYÜ</u>

Prof.Dr. Muammer GÖKBULUT

Arş. Gör Ahmet TOP

DENEYLER

- Deney_1: RT 522 Kontrol Seti İle Sıvı Akış Kontrolü
- Deney_2: RT 532 Basınç Seti İle Basınç Kontrolü
- Deney_3: RT 512 Sıvı Seviye Seti İle Sıvı Seviye Kontrolü
- Deney_4: RT 305 Kalibrasyon Seti İle Basınç Algılayıcı Kalibrasyonu
- Deney_5: Veri Toplama Kartları (DAQ) İle Veri Alışverişi
- Deney_6: CNC (Computer Numerical Control) Router Kullanımı
- Deney_7: Sayısal Sinyallerin İşlenmesi
- Deney_8: MATLAB Kontrol Sistemleri Toolbox'ın Ayrık Zaman Fonksiyonları Ve Kullanımı
- Deney_9: Örnekleme Periyodu Seçimi Ve Gecikmelerin Etkisi

NOT:

Deneyler her hafta programda belirtilen saatte kontrol laboratuvarında yapılacaktır, deney başlamadan 15 dk. önce laboratuvarda hazır bulununuz.

- Deney föyünde bulunan bilgilere, deneye gelmeden önce çalışarak geliniz.
- Deney föyü olmayanlar laboratuvara alınmayacaktır.
- 🗌 Herkes kendi grubunda ve saatinde gelecektir. Kendi grubunda gelmeyenler diğer gruplarla alınmayacaktır.

RT 522 KONTROL SETİ İLE SIVI AKIŞ KONTROLÜ

Bu kontrol sisteminde herhangi bir sıvının akışı, hızı baz alınarak kontrol edilmek isteniyor. Su tankı sistemin ihtiyaç duyabileceği maksimum su ihtiyacını tedarik edebilmek amacıyla, tipi ve boyutu sisteme uygun olarak seçilmiştir.

Temel çalışma prensibi şöyledir; su pompası tanktaki sıvıyı sisteme bellibir hızda pompalar. Sıvının ilk karşılaşacağı engel yani 4 numaralı el vanası (manuel) sıvının geçişine izin veren veya vermeyerek bozucu giriş olarak görev yapan bir vanadır.

Elektrikli vana (5) kontrolör tarafından 4 veya 20 mA ile kontrol edilen motorlu vanadır ve sıvının hızını sadece bu vananın konumunu değiştirerek kontrol edilmektedir. Kanonik sıvı akış tüpü sıvının akış hızını değiştirmeden bu hızı göz ile görmemize olanak veren bir yapıya sahiptir. Hızı değişmeden tüpten geçen sıvı algılayıcıda hızı elektriksel sinyallere dönüştürülerek geri dönüşüm vanasından (8) geçerek su tankına boşalır

Genelde herhangi bir sıvının akış hızı manyetik alan prensibine göre ölçülür Sıvının geçtiği silindir tüp mıknatısların N ve S kutupları arasına yerleştirilir. Silindirin içinden dik olarak geçen elektrot üzerinde sıvının hızı ile orantılı olarak bir gerilim düşümü gözlenir Algılayıcı kontrolöre sıvının hızını elektriksel olarak ifade eder. Kontrolör de önceden

ayarlanmış parametreler doğrultusunda elektrikli vanayı 4 veya 20 mA arası bir sinyal göndererek hızı istenilen seviyeye getirip tutmak ister.

Manuel vanalar (8 ve 4) sistemin normal seyri için %100 açık olmalıdır. Bu ancak vana kolu tamamen sola yani 0 a getirilerek yapılır. Aksi halde bu vanalar sistem için bozucu birer giriş olacak ve kontrolör buna göre bir çıkış kontrol sinyali hesaplayacaktır. Manuel vana 4 eğer tamamen açılırsa sıvıyı 3000 L/h hızı ile sisteme pompalayacaktır. Tabiki 8 nolu vana tamamen açık olmalıdır.



ANAHTAR KABİNİ

Bireyin sistemi ayarlayıp kumanda ettiği ve çıkış aldığı paneldir. Sistemin elektriksel bağlantıları ve elektronik devreler bu kabin içindedir. Emniyet şalteri tehlike anında kapatılması herhangi bir reflekse göre ayarlanmış ve bu yüzden çok hızlı kapatılabilen bir şalterdir. Sistemin bütününe enerji bu şalter çekilerek verilir. Yani şalter indirilirse tüm sistemin enerjisi kesilir. Bu şalter çekildikten sonra ON/OFF anahtarı I konumuna alınarak tüm sisteme enerji verilir. Kaydedici ve pompanın çalışabilmesi için I/O butonları vardır Sistem çalıştırılmadan önce kontrolör ayarları yapılmalıdır. Bu ayarlar kontrolörün tipinin ve buna bağlı parametrelerin tuşlar vasıtasıyla girilerek yapılabilir. Sistem çalışırken istenilen veriler (kontrolör çıkışı, sistem çıkışı vs.)yazıcıdan alınabilir. Ayrıca kontrolör çıkışı ve sistemin hızını ifade eden çıkış kaskat bağlantılar için paralel olarak alınabildiği gibi sisteme dışarıdan referans yani setpoint girişi de (5,6,9)mümkündür.

ANAHTAR KABİNİ



- 1- Emniyet şalteri
- 2- Sistem enerji anahtarı (1/0)
- 3- Sürekli çizgi yazıcısı.
- 4- Endüstriyel kontrolör.
- 5- Kontrolör çıkışı. (4-20mA)
- 6- Sistem çıkışı. (4-20mA)
- 7- DMCS kontrol arabirimi.
- 8- Pompa için ON/OFF anahtarı.
- 9- Dışarıdan setpoint girişi.

10- Yazıcı için START/STOP anahtarı

KONTROLÖR KULLANIMI

Kontrolör aşağıdaki şekilden de anlaşılacağı gibi dijital bir gösterge ve bir tuş takımından ibarettir. Kullanıcı kontrolör tipini ve parametrelerini, setpoint değerlerini vs. buradan girer. Sistem çalışır halde iken setpointler arası geçişler de yine buradan yapılır.

> I – Upper Display : Üst gösterge, sistemin hız olarak çıkışını gösterir. Algılayıcının okuduğu değerdir.

> 2 – Lower Display : Alt gösterge , sistemde seçilmiş referansı yani setpointi gösterir.

3 - Status Line : Durum göstergesi.

4 – Display of Manipulated Variable in % : Kontrolörün elektrikli vanaya gönderdiği sinyalin % değeri.

5 – Control Keys : Kontrol tuşları Seçilmiş menü içinde seçim yapmayı veya bir parametrenin sayısal değerini değiştirmeyi sağlar



1) Deney setinin taşınabilir koruyucu ana gövdesi.

2) Seti, ileri-geri ve sağa-sola hareket ettiren tekerlekler.

3) Setin ayarlarının ve elektriksel kontrolünün yapıldığı anahtarlı kabin.

4) Kanonik sıvı akış tüpü, içindeki sıvının hızını gösterir.

5) Sistem çıkışı olarak, ayarlanmış sıvı hızının elektriksel sinyallere çevrildiği algılayıcı kısım.

6) Siviyi sisteme yollayan pompa

7) Kontrolörün elektrik sinyalleri ile kontrol ettiği hız kontrol vanası.

8) Sistemin çalışabilmesi için gerekli miktardaki sıvının içinde bulundurulduğu tank

9) Elle kontrol edilen vana. Kontrolün sıvının hızmı denetlemesine ve değiştirmesine izin verir.

- 1- Kanonik sıvı akış tüpü.
- 2- Su tankı
- 3- Pompa
- 4- Manuel (elle ayarlanan) vana.
- 5- Kontrol valfi (elektrikli vana).
- 6- Akış algılayıcı.
- 7- Kontrolör.
- 8- Manuel vana (gen dönüşüm).
- 9- Kaskat bağlantı uçları.



SİSTEMİN AKIŞ DİYAGRAMI



DENEY - 1

PID DENETLEYİCİ İLE THREE-POİNT KONTROLÜ

<u>teorik bilgi</u>

Three-point (üç konumlu) kontrol sisteminde "kontrolörün sisteme etkisi yalnızca üç değişik şekilde olmalıdır" mantığı vardır. Sıvı akış kontrolü sisteminde istenilen referansa erişebilmek kontrolörün vanaya üç değişik müdahalesinden uygun olanını seçmesi ile mümkün olacaktır.

Sıvının akış hızının setpoint değerinden düşük olduğunu varsayalım. Kontrolör doğal olarak sistemin hızını referansa yaklaştırmak isteyecek ve bu doğrultuda elektrikli vanayı açmak için bir sinyal gönderecektir. Hız referansa geldiğinde kontrolör bu kez sinyali azaltacak veya kesecek ve hızın setpoint seviyesinde durması için sürekli konum değiştirecektir. Kontrolör vanayı ya açmak isteyecek (1 konum), ya kapatmak isteyecek (2 konum), ya da hıza müdahale etmeyip (3 konum) vanayı etkilemeyecektir

<u>DENEYİN YAPILIŞI</u>

İşlem basamakları :

- 1- Kontrolör ayarlarına geçmeden önce tank içerisinde yeterli seviyede sıvının olup olmadığını kontrol ettik. Küçük cam pencereye kadar sıvı varsa seneye başlayabiliriz.
- 2- Akış diyagramında 8 numaralı vana yani geri dönüşüm vanasını tamamen açtık. Tahliye vanasını da tamamen kapattık.
- 3- Akış diyagramında 4 numaralı vanayı (manuel) %50 ' ye getirdik.
- 4- Sigorta şalterini kapattık ve emniyet şalterini çektik. Kontrolör ayarlarına başlamak için ON/OFF anahtarını I konumuna aldık ve kontrolörü çalıştırdık.
- 5- Biraz bekledikten sonra kontrolör ayarlarına başladık. İlk yapmamız gereken kontrolörün tipini seçmektir. Bunun için SETUP tuşuna basarak SETUP/ALGORTHM menüsü gelince durduk ve FUNC(L1/L2) tuşuna basarak bu menünün içine girdik Kontrol tuşları ile menü içinde gezerek 3PSTEP 'i bulduk ve LOWR/DISP tuşu ile çıkarak kontrolör tipini seçmiş olduk.
- 6- Yardımcı çıkış parametrelerini ayarlamak için yine SETUP tuşuna basarak bu kez OPTIONS menüsünü bulduk ve FUNC(L1/L2) tuşu ile onaylayarak bu menü içine girdik. Yukarı aşağı yön tuşları (kontrol tuşları) ile AUX OUT 'u bularak FUNC (L1/L2) ile seçtik. 4ınA için VAL = 0 yaptık. Sıfırı ayarlamak için yön tuşlarını kullandık. FUNC(L1/L2) ile onaylayıp bu kez 20ınA için VAL = 3000 yaptık. Burada da yine aşağı yukarı yön tuşlarını kullandık. Sonra LOWR/DISP tuşu ile bu menülerden çıktık.
- PID parametreleri için SETUP tuşu ile SETUP/TUNING menüsünü aradık ve yine
 FUNK(L1/L2) ile onayladık. PB PCT = Xp = 800% yaptık ve FUNK(L1/L2) 'e bastık.
 RATE MIN = Tv = 0 yaptık ve FUNK (L1/L2) 'e bastık. Son olarak RSET MIN = Tn = 0 07 yaptık ve LOWR/DİSP tuşu ile bu menüden çıktık.
- 8- Setpointleri ayarlamak için LOWR/DİSP ile ilk menüye geldik. Bu anda yukarı aşağı yön tuşları ile SP ' yi 500 ' e ve 2SP ' yi de 1800 ' e (SP=500, 2SP= 1800) ayarladık. SP den 2SP'ye geçişleri de SPI/SP2 tuşu ile yapabiliriz.
- 9- Pompayi çalıştırıp kaydedici anahtarına bastık

DENEY - 2

PID DENETLEYİCİ İLE ELEKTRİKSEL VANANIN SÜREKLİ KONTROLÜ

<u>teorik bilgi</u>

Bir önceki deneyde kontrolörün motorlu vanayı yani sistemin hızını, ya çıkışındaki vana sinyalini azaltarak ya artırarak ya da değiştirmeyerek kontrol ettiğini gördük. Bu deneyde kontrolör tipini değiştirerek yani PID yaparak nasıl bir sonuç alacağımızı göreceğiz.

<u>DENEYİN YAPILIŞI</u>

İşlem basamakları:

- 1- Kontrolör ayarlarına geçmeden önce tank içerisinde yeterli seviyede sıvının olup olmadığını kontrol ettik. Küçük cam pencereye kadar sıvı varsa seneye başlayabiliriz.
- 2- Akış diyagramında 8 numaralı vana yani geri dönüşüm vanasını tamamen açtık. Tahliye vanasını da tamamen kapattık.
- 3- Akış diyagramında 4 numaralı vanayı (manuel) %50 ' ye getirdik.
- 4- Sigorta şalterini kapattık ve emniyet şalterini çektik. Kontrolör ayarlarına başlamak için ON/OFF anahtarını I konumuna aldık ve kontrolörü çalıştırdık.
- 5- Kontrolörün açılmasını bekledikten sonra SETUP tuşu ile SETUP/ALGORTHM menüsünü bulduk ve FUNC(L1/L2) ile onaylayıp içine girdik. Yön tuşları ile kontrolör tipini PID A olarak seçtik ve LOWR/DİSP tuşuna basarak bu menüden çıktık. Böylece kontrolör tipini belirlemiş olduk.
- 6- Yardımcı çıkış ayarları için SETUP ile OPTIONS menüsüne geldik ve FUNC(L1/L2) ile seçerek menüye girdik. Yön tuşları ile AUX OUT seçeneğine geldik ve yine FUNC(L1/L2) ile onaylayarak içine girdik. Aşağı yukarı yön tuşlarını kullanarak 4mA için VAL = 0yaptık ve FUNC (L1/L2) ile onayladık, 20mA için VAL = 100, yaptık ve yine FUNK(L1/L2) ile onaylayarak bu menüden LOWR/DISP 'e birkaç defa basarak cıktık.
- 7- PID parametre ayarları için SETUP tuşu ile SETUP/TUNING 'e geldik, FUNC(L1/L2) ile onaylayarak içine girdik. FUNC(L1/L2) ile menuleri değiştirerek, yön tuşları ile de rakamları ayarlayarak aşağıdaki parametreleri girdik.

(Xp = 800%, TV = 0, TN = 0.07) Setpoint değerlerini değiştirmedik (SP = 500 ve 2SP = 1800) Pompayı çalıştırdık ve yazıcının anahtarına baştık.

RT 532 BASINÇ SETİ İLE BASINÇ KONTROLÜ

DENEYİN AMACI: Basınç kontrol sistemi yardımıyla bir tüpteki basıncı belli bir değerde sabit tutmak, P ve PID kontrolör parametrelerini ayarlayarak sonuçları gözlemlemek.

TEORİK BİLGİ:

<u>Güvenlik Talimatları:</u>

- Olağanüstü hal butonunu elektrik devresi çalışmadan önce çekin.
- Elektrikli parçaların su ile temas etmesine engel olun.
- Ölçüm soketlerine dışardan voltaj uygulamayın.

• Deneye başlamadan önce sistemin parçalarının deney için uygun ve doğru yerleştirildiğinden emin olun.

Deney Setinin Tanıtımı:



- Çıkış (tahliye) vanasıdır. Bir nevi sistemin bozucu girişidir.
- 2. Algılayıcı, basınç-akım dönüştürücü.
- Tüm ölçüm ve elektrikli kontrol aletlerinin bulunduğu anahtar kabini
- 4. Basıncın depolandığı basınç kabı
- 5. Kontrol vanası (aktuatör eleman).
- 6. O andaki kaptaki basınç değerinin ölçülebilmesi için kullanılan manometre. Bir nevi sistemin çıkışı olarak da nitelendirilebilir.
- 7. Basınç filtre ünitesidir. Sisteme ve kontrol vanasına giden basınç değerini gösteren iki tane manometre vardır. Buradan sisteme ve kontrol vanasına giden basınç değerleri ayarlanabilir. Borulardaki basınç iğneli sbop ile azaltılabilir.

Anahtar Kabini:



- 1. Olağanüstü hal butonu.
- 2. Ana şalter olup sisteme en girişini sağlar.
- 3. Kontrolörün ve sistemin C1 dalga şekillerinin çizildiği kısım
- 4. Kontrolör.
- 5. Sistem çıkışının ölçüldüğü soke
- 6. Ölçüm soketleri (Kaskat

bağlantı için

- 7. DMCS ara birim kontrolörü.
- 8. Yazıcıyı çalıştırma butonu.

Tuş Fonksiyonları:



1.grup parametre alarmini ifade eder.

2.grup parametre alarmini ifade eder.



İç ayar noktaları arasındaki anahtar 1-2



Setup ile bağlantı kurulmasında bireysel fonksiyonların konfigrasyc içinden seçiminde kullanılır.



Temel göstergedeki işlem parametrelerinin seçimi ve konfigrasyon çıkışında kullanılır.

MAN AUTO

Alternatif olarak elle veya otomatik kullanım modu. Otomatik ayar noktası göstergenin altında görülür.



Self-optimizasyon işlemini başlatır.

Konfigrasyon için kontrolör içinden bir menüyü seçmemizi sağlar.

Ayar noktalarının çalıştırılması için RUN, durdurulması için HOLD'a basılır.



Seçilmiş olan parametreyi yükseltir, ön sayfaların açılmasını sağlar. Seçilmiş olan parametreyi alçaltır, gerideki sayfaların açılmasını sağlar.

9

İsletim Düzeyi:

Anahtarı açtıktan sonra, kontrolör işlem düzeyine geçer. Gerçek değer LOWR Tuşuna basılarak, göstergede aşağıdakiler göstergenin en üstünde görülür. DISP tek tek görülür.

SP, 2SP, POS, DEV, OUT

Parametreler:

FUNC

Kontrol parametreleri, SETUP TUNING konfigrasyon düzeyine girildiğinde otomatik işletim durumundayken yüklenmiş olur. Bu düzeye SETUP a bir kez basılarak ulaşılabilir. Bu durumda göstergede SETUP TUNING yazısı belirir.

Tuşuna basılarak aşağıdaki değerler birbiri ardına ekranda belirir. L1/L2

Prob PB: Oransal band (Xp)

Rate min: Oran zamanı (Tv)

Rset min: Sıfırlama zamanı (Tn)

Değerlerin değiştirilmesinde 🛛 📉

Sistemin Calışması:



kontrol uygulanan basınç, Giristen vanasından ve buradan da giriş vanasından geçerek, basınç kabına gelir. Algılayıcı kaptaki basınç değerini algılayarak kontrolöre iletir. Kontrolör ise kontrol vanası vasıtasıyla girişe Örneğin kaptaki uygulanan basıncı ayarlar. basıncımız referans olarak ayarlanmış basınçtan fazla ise kontrolör kontrol vanasına "KAPAT" sinyalini göndererek sisteme giren basınç kesilir. Basınç kabının sağ tarafındaki vana sol tarafındaki vana giriş vanası, sağ tarafındaki vana ise çıkış vanasıdır. Çıkış vanasına bozucu giriş de divebiliriz.

tuşları kullanılır.

DENEYİN YAPILIŞI:

<u>**Çalıştırma:**</u>

Yapılan İşlemler:

- Elektrik gücünü bağlayın.
- Olağanüstü hal butonunu çekiniz.
- Ana şalteri ON konumuna getirin.
- Basınçlı hava kaynağını açarak basınç girişini sağlayın.
- İstenilen basıncı kontrol ederek;

istenilen basıncı 6 bar'a

istenilen kontrol vanası basıncını 2 bar'a ayarlayınız.

Basıncı ayarlarken filtre/basınç ünitesi üzerindeki siyah ayar tokmağını yukarı doğru çekin ve ayarlayın. Ayarlama işlemi bittikten sonra tekrar yerine iterek kilitleyin.

Basınç kabının çıkış vanasını kapatınız.

P Kontrolör: SETUP Apper display Tusu ile SETUP ALGORITMA'ya FUNC gelerek tuşu ile bir alt menüye geçeriz. Status 00 $\mathbf{\Omega}$ Buradan da tuşlarını kullanarak PD+MR' 000 LOWR yi seçeriz ve ile buradan çıkarız. in 2 in 2 in 1 DISP SETUP Tușu ile SETUP TUNING' e geçeriz. FUNC L1/L2 Buradan tuşu ile bir alt menüye geçtikten sonra tuşlarını kullanarak aşağıdaki değerleri gireriz. Xp=30, Tv(Rate min)=0, Tn(Rset min)=0 ത LOWR Buradan çıkmak için tuşuna basarız. LOWR ile SP'i tuşlarını kullanarak DISP 2'ye ayarlarız. Tekrar LOWR tusuna basarak DISP 2SP'i 4'e ayarlarız. Giriş vanasını (2) full, çıkış vanasını (1) ise %50 açarız. 2 PID Kontrolör: SETUP Chapter y Tuşu ile SETUP ALGORİTMA'ya gelerek FUNC L1/L2 tuşu ile bir alt menüye geçeriz. Buradan da tuşlarını kullanarak PD+MR' yi seçeriz ve LOWR ile buradan çıkarız. DISP SETUP Tuşu ile SETUP TUNING' e geçeriz. Buradan FUNC is final tuşu ile bir alt menüye geçtikten sonra tuşlarını kullanarak aşağıdaki değerleri gireriz. Xp=30, Tv(Rate min)=0, Tn(Rset min)=0 LOWR için tuşuna basarız. Buradan çıkmak ⊃tSP

İle SP'i

ayarlarız.

tuslarını kullanarak 2'ye

RT 512 SIVI SEVİYE SETİ İLE SIVI SEVİYE KONTROLÜ

ÖN BİLGİ:

SEVİYE ÖLÇME CİHAZLARI

Nasıl bir seviye ölçme işleminin yapılacağı, kullanılacak yöntem üzerinde büyük rol oynar. Seviye ölçme şekilleri şöyle sıralanabilir:

- 1 Bir tek belli bir seviyenin algılanması
- 2. Birden fazla belirli seviyenin algılanması
- 3. Düşük ve yüksek belirli iki seviye arasında sürekli seviye ölçümünün yapılması

Doğrudan ve Dolaylı Ölçme Yöntemleri:

Doğrudan ölçme yöntemi; akışkanın en üst noktasında sabit bir nokta ile akışkan sevryesi arasındaki mesafenin ölçülmesi prensibine dayanır. Doğrudan ölçme yöntemleri şunlardır:

- Akışkanın elektrotlara değmesi
- Işık demetinin kesilmesi
- Ses ötesi, radyo ve radar dalgalarının yansıması

Dolaylı ölçme yöntemlerinde ise akışkan seviyesinin değişmesi değil de, başka değişkenler dikkate alınır.

Dolayh ölçme yöntemleri şunlardır:

- Yükseklikten doğan basınç
- Kapasitans, iletkenlik ve direnç gibi sıvının iletkenlik özelliklerinin kullanılması
- Gönderilen dalgaların zayıflaması

Doğrudan ölçme yöntemlerine kıyasla, dolaylı ölçme yöntemlerindeki hata miktari sıcaklık yoğunluk gibi faktörlerden dolayı daha fazladır.

SEVİYE ÖLÇME YÖNTEMLERİ

- 1. Hidrostatik basınç ve basınç farkı yöntemleri
- 2. Diyafram seviye ölçme yöntemleri
- 3. Elektriksel seviye ölçme yöntemleri
- 4. Ses ve ses ötesi (sonik) dalgalarla seviye ölçümü

RT 512 DENEY SETININ TANITIMI

Aşağıdaki şekilde RT 512 deney setinin önden görünüşü görülmektedir.



BLOK DİYAGRAM:



- 1-Seviye silindiri
- 2-Su tankı
- 3-Pompa
- 4-Manuel vana
- 5-Kontrol valfi
- 6-Basınç algılayıcı(dönüştürücü)
- 7-Kontrolör
- 8-Akım/Basınç dönüştürücü
- 9-Manuel vana
- 10- By-pass(bozucu giriş)
- 11-Kaskat kontrol bağlantı uçları
- Not: Açıklamaları arka sayfadadır.



Push-buttons



Disp ile şekillendirme düzeyinden çık.

Not: Burada Xp (sabit bir kazanç (oransal kazanç) Upper Display: Üst gösterye

Lower Display: Alt gösterge

Status Line: Durum Hatu

Display of manipulated variable in %= % olarak kontroldeğişken göstergesi

Control Keys:kontrol anahtari

ISLEM BASAMAKLARI:

- 1'den 45 dereceye kadar el vanasını aç.
- 2 nolu vanayi kapat.
- 3 nolu elektrik düğmesini (çevirtiyi) kullanarak sualtı pompasını çalıştır.
- Alt göstergedeki Lowr e tekrarlı olarak basıp setpoint SP'yi 20
 - ile ayarlarız.

<u>5р1</u> 5р2

tle ayarlariz. Aym yöntemle 2SP'yi 50'ye ayarlarız.



- Kaydedici hattı açınız.
 - Bir kere e basıp setpoint SP'yi setpoint 2SP'ye çevirin; konum derhal işleme konur.
- Dolu seviye sabitleşince, kontrolörün üst göstergesinden gerçek X değerini oku ve kısa not düş, daha sonrada kaydedici hattını devre dışı bırak.(kapat)

Deney:2 PID kontrol



İŞLEM BASAMAKLARI:

- 1'den 45 dereceye kadar el vanasını aç.
- 2 nolu vanayı kapat.
- 3 nolu elektrik düğmesini (çevirtiyi) kullanarak sualtı pompasını çalıştır.
- Alt göstergedeki towr btsp
 c tekrarlı olarak basıp setpoint SP'yi 20
 tuşlar ile ayarlarız.
- Aynı yöntemle 2SP'yi 50'ye ayarlarız.

e basarak setpointler (SP ve 2SP) arasında geçiş yapınız.(işlemi harekete geçirin)

- Kaydedici hattı açınız.
- Bir kere spi e basıp setpoint SP'yi setpoint 2SP'ye çevirin; konum derhal işleme konur.
- Dolu seviye sabitleşince, kontrolörün üst göstergesinden gerçek X değerini oku ve kısa not düş, daha sonrada kaydedici hattını devre dışı bırak.(kapat)

RT 305 KALİBRASYON SETİ İLE BASINÇ ALGILAYICI KALİBRASYONU

DENEYİN AMACI: RT 305 kalibrasyon setinin kullanımı ve işlevini öğrenmek, çeşitli cihazların (Basınç algılayıcı, manometre, elektrikli vana vb..) kalibrasyonunu gerçekleştirmek **TEORİK BİLGİ** : Kalibrasyon en basit anlamıyla ayarlama demektir. Daha önceden var

sayılan bir bilgiyle ölçü aletini karşılaştırma işlemidir. Örneğin :

Osiloskoplarda 1 Vpp değeri vardır. Bu uçta sabit, tepeden tepeye değeri 1V tepe değerine sahip olan bir kare dalga mevcuttur. Osiloskobun her çalışmasında dikey kare sayısı, prob kademesi ve volt div değerlerinden gidilerek bir matematiksel işlem yapılmakta ve eğer yapılan işlem sonucu 1V değerine eşitse osiloskop ölçmeye hazır denilmektedir. Bu şekilde her ölçmeden önce kalibre yapılarak cihaz ölçmeye hazır hale getirilir.

Ölçmede ve ölçü cihazlarında en önemli parametre doğruluktur. Ölçmedeki doğruluk ölçü cihazlarının standart büyüklüklere göre kalibrasyonuna bağlıdır.

Standartlar 4 guruba ayrılır.

1. Uluslararası Standartlar

Bu standartlar Paris'teki " Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçmeler " bürosunda muhafaza edilirler.

2. Birinci Standartlar

Bu standartlar her ülkenin milli laboratuarlarında bulunur. Bu standartlar ile ikinci standartların kalibrasyonu yapılır.

3. İkinci Standartlar

Bunlar sanayideki laboratuarlarda bulunurlar. Peryodik olarak milli standart laboratuarlarına gönderilerek kalibre edilirler.

4. Çalışma Standartları

Bunlar herhangi bir laboratuarlarda bulunan standartlar olup, laboratuarlarda bulunan diğer cihazların kontrol edilmesini sağlar. Yada sanayi uygulamalarında karşılaştırmalı ölçme yapmak için kullanılırlar.

Belirtilen standartlara göre aletleri şu şekilde inceleyebiliriz.

Birinci Sınıf Aletler: Bu aletlere etalon aletlerde denilmektedir. Bu aletlerin başka cihazlarla karşılaştırılmaları mümkün değildir. Çünkü bunların kendileri birer standarttır. Bunlar uluslar arası ağırlık ve ölçme bürosunda muhafaza edilmektedirler. Bu cihazlarda hata %0 olup bunlar en doğru ve en hassas cihazlardır. Aşağıdaki faktörlerden dolayı sürekli kontrol edilmektedirler.

- Mevsim şartları değişikliklerine
- Gürültü yoğunluğu değişikliklerine
- Radyasyon değişikliklerine
- Manyetik alan değişikliklerine
- Nem oranı değişikliklerine göre sürekli olarak kontrol edilirler.

İkinci Sınıf Aletler: Bu sınıf aletler, birinci sınıf aletlerle karşılaştırılırlar. Bu karşılaştırma;

- Günlük
- Haftalık
- Aylık
- Yıllık olarak yapılır. (Bu tip cihazlar laboratuar tipi cihazlardır.)

RT 305 KALİBRASYON SETİNİN TANITILMASI

Genel olarak RT 305 Kalibrasyon deney seti yardımıyla kontrol vanaları, basınç algılayıcıları, manometreler vb. cihazların kalibrasyonu yapılır. Deney seti ile;

- Yüksek basınç ölçüm tahminleri
- Test amaçlı akım sinyalleri ve tanımlanmış basınç çıktıları
- Standart akım sinyali ölçümleri yapılabilir.



Anahtar kabini:





- 1.Ana anahtar
- 2. Acil durdurma anahtari
- 3. Voltaj kaynak bağlantısı 24 V DC
- 4.Manometre basınç regülatörü 0-6 bar 5.Manometre basınç regülatörü 0-1.6 bar
- 6.Akım sinyalleri (4-20mA)7. Akım çıkışlı ve akım görüntülü
- endüstriyel kontrolör
- 8. Tahmini basınç regülatörü 0-6 bar
- 9. Tahmini basınç regülatörü 0-1.6 bar
- 10. İki tıpa hava bağlantısı 0-6 bar
- 11. İki tıpa hava bağlantısı 0-1.6 bar
 - 12. Manometre 0-6 bar
 - 13 Manometre 0-1.6 bar
 - 14. 3 tipa hava bağlantıları 0-6 bar
 - 3 tipa hava bağlantıları 0-1.6 bar

DNEYİN YAPILIŞI: Deneyin yapılabilmesi için dışarıdan sete bağlanacak bir basınç algılayıcısı cihazına gereksinim vardır. Dışarıdan bağlanan basınç algılayıcının basıncı ve çıkışında basınca bağlı akım değeri ölçülmek istene değerdir. Bu değerle standart olarak kabul ettiğimiz RT 305 kalibrasyon setindeki basınç karşılaştırılmakta ve sonuç kontrolden görüntülenmektedir. Eğer standart değerlerle arada bir oransızlık varsa S – Z vidaları yardımıyla gerekli ayarlamalar yapılır.

Deneyin yapılışı için izlenen yollar şu şekildedir.



- 1. Basınç algılayıcısını RT 305 kalibre istasyonuna bağlayın.
- 2. Hava hortumlarını kullanarak sabitleyici halkayı içine koyun ve şekilde gösterildiği gibi bağlantıyı geçekleştiriniz.

Elektriksel bağlantı,

I. Düz tornavida kullanarak, dikkatlice basınç algılayıcının kapağını kaldırın.

II. Basınç algılayıcıyı kalibre istasyonuna laboratuar kablolarını kullanarak şekildeki gibi bağlayın.

Terminal 1: Kontrolör negatif giriş (mavi).

Terminal 2 Güç kaynağı (0 – 24 V DC) negatili (mavi)

Ayrıca güç kaynağının kırmızı ucundan kontrolorün kırmızı pozitif girişine bağlantı yapınız.

RT 305 kalibrasyon setini hizmete geçirme aşamasında şu noktalara dikkat edilmelidir.

- 1) güç kaynağını açın. (220V; 50Hz)
- 2) Basınçlı hava kaynağını (kompresör) bağlayın.
- Kalibrasyon setinin girişinde yer alan basınç filtre regülatörü yardımıyla sete verilen basıncı kontrol edin. Basınç – filtre regülatörü 0 – 10 bar arasındadır.
- Setin çalışması için 6 bar basınca gereksinim vardır. Eğer basınç filtre regülatörü 6 bar değilse aşağıdaki işlemler yapılmalıdır.



bosaltma valfi Siyah ayar düğmesini filtre – basınç regülatöründen yukarıya doğru çekin.

- Gerekli basıncı ayarlayarak, ayar düğmesini tekrar aşağıya doğru itiniz.
- Basıncı gerekenden fazlasına ayarlamayınız.

 Filtre – basınç regülatör ünitesini boşaltmak için regülatörün alt kısmında yer alan boşaltma vanasını elle bastırarak açın ve içindeki havayı boşaltın.

5) Tüm bunlar yapıldıktan sonra bağlantılar kontrol edilerek, 0 – 6 bar basınç regülatörleri ayarlanır. Kontrolörde 0 bar'da 4mA ve 6 bar'da 100mA göstermesi için gerekiyorsa S – Z vidaları ayarlanarak kalibre yapılır.



2



Sıfir noktası ayarı;

1. Vidayı gevşetin.

 basınç regülatörü 0-6 bar için (3) kullanarak, 0 barlık bir basınç ayarlayın.

2. Koruyucu kapağı yukarı kaldırın.

 Bu durumda eğer manometre 0 bar için %0 yani 4mA gösteriyorsa ayar vidasını (Z) harfi yönüne doğru çevirerek kontrol ekranında %0 görünene kadar çevirin.

ļ

Ölcüm aralığı için;

-0-6 bar basınç regülatörünü kullanarak (3), regülatörü 6 bar basınç değerine ayarlayın. -S işareti olan vidayı oynatarak ölçüm aralığını ayarlayın. Yani 6 bar basınç için 100 mA görülmelidir. Kontrolörde okunacak olan akım değerleri % olarak okunur. %0= mA iken %100=20mA olarak bilinmelidir.



(5) % olarak akım değerinin görüldüğü kontrolör ekranı

4-20 arasında % olarak ölçtüğümüzde (0-100%) 10 ar 10 ar ölçeklendirildiğinde de 20-4=16 ve her bir aralık 10 olduğundan her ölçüm sonucuna 16*10/100=1,6 eklenmelidir.

Buna göre: 0bar da :16*0/100+4=4mA lbar da :16*16/100+4=6,56mA 2bar da :16*33/100+4=9,28Ma 3bar da :16*50/100+4=12mA 4bar da :16*67/100+4=14,72mA 5bar da 16*84/100+4=17,74mA 6bar da :16*100/100+4=20mA



DENEYIN SONUCU:

Kalibrasyon setine bağlanan basınç algılayıcısının,girişine uygulanan 0-6 bar değeri için 4-20mA çıkış verecek şekilde kalibresi gerçekleştirilmiştir yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi Basınç algılayıcının girişine verilen (0-6bar) basınç için çıkışında 4-20Ma lik lineer bir grafik elde edilmiştir. Bu işlem yapılırken deney setinin nasıl kullanıldığı hakkında genel bir bilgi verilmiştir

DENEY 2 : MANOMETRE'NIN KALIBRASYONU

DENEYİN AMACI : RT305 Kalibrasyon setine dışarıdan bağlanacak harici bir manometrenin doğru ölçüm yapıp yapmadığını kontrol etmek.

TEORİK BİLGİ: Sisteme dışarıdan bağlanacak olan manometre deney setinde bulunan 0 – 6 bar veya 0 – 1.6 barlık manometre değerleri ile karşılaştırılacaktır. Bu nedenle bu basınç değerlerinin sınırlarına uygun olmalıdır.

DENEYİN YAPILIŞI : deneyin yapılabilmesi için aşağıdaki bağlantı kurulur. Bağlantıda sisteme yine 6 barlık bir basınç uygulanmıştır. Bu basınç değerini 12 numaralı 0 – 6 barlık manometreden okumak mümkündür. Dışarıdan ise 0 – 10 barlık bir manometre bağlanmıştır. Bu harici manometrenin ucu kalibrasyon setindeki 14 numaralı hava bağlantılarının olduğu yere yapılır.



0 - 6 bar basınç regülatörü 0 ile 6 bar arası aşama aşama ayarlanarak gerek set üzerindeki gerekse dışarıdan bağlanan manometrenin aynı değerleri gösterip göstermediği kontrol edilir. Deney seti üzerinde 0 - 6 bar basınç regülatörü 1 bara ayarlanırsa set üzerinde bulunan 0 - 6 barlık manometre 1 barı ve dışarıdan bağlanan 0 - 10 barlık manometrede 1 bar değerini gösterir. İkisi aynı değeri gösterdiği sürece sorun yoktur. Eğer herhangi bir sorun çıkarsa, yani ikisi farklı değerler gösterirse o zaman 0 - 10 barlık manometrenin kalibresini yapmak gereklidir. Bunun içinde deney birde olduğu gibi bir ayar vidası bulunur bu vida manometre içinde olup, gerekirse buradan ayarlama yapılır.

DENEYİN SONUCU: Yapılan bu deneyde RT 305 kalibrasyon deney seti standart olarak kabul edilmiştir. Yani daha önceden var sayılan bir manometre değeri ile yeni bağlanan cihaz karşılaştırılmış ve ayarlama işlemi bu aradaki farka göre yapılmıştır.

DENEY 3 : BASINÇ ALGILAYICISI 0 - 60 mBAR

DENEYİN AMACI: 0 – 100 milibar seviyesine kadar yükselen küçük basınçları (1000 milimetre su düzeyi), yüksek seviyeli su tüpü kullanarak ölçmek.

TEORİK BİLGİ: Bu deneyde su seviye tüpünü kullanarak çok küçük basınçları (0 - 100 milibar) arası basınç değerleri ölçülmeye çalışılacaktır. Bu basınç değerinin okunabilmesi için hassas olan bu basınçları gösterebilecek bir manometreye ihtiyaç vardır. Ancak laboratuarda 0 – 6 barlık manometreden daha küçük değerleri gösterecek bir manometre olmadan bu manometreyi kullanarak deneyi gerçekleştirmeye çalışacağız. Burada şöyle bir orantı kurmamız mümkündür. Eğer 0 – 6 bar manometrenin 6 barda gösterdiği değeri % 100 olarak kabul edersek 100 mm'lik (0 – 1 bar) basıncın %1.66 'ya karşılık geldiğini söyleyebiliriz. Bu değerleri manometreden okurken dikkate almamız gerekecektir.

DENEYİN YAPILIŞI : Deneyin yapılabilmesi için aşağıdaki bağlantı yapılır



Su bağlantısı;

- Basın göndericisinin (1) çevirin bu işlemi elle muhafaza kutusunu açarak gerçekleştiriniz.
- Bu işlem esnasında sabitleyici halkayı içine yerleştirmeyi unutmayınız. (3)
- Su tankını (4) istenen değere kadar doldurun.
- Valf ile basınç algılayıcıyı aktif hale getirin.

Elektrik bağlantısı;

- Düz tornavida kullanarak dikkatlice basınç göndericisini yukarıya doğru kaldırın.
- Aşağıdaki gibi, laboratuar kablolarını kullanarak basınç göndericisini kalibre istasyonuna bağlayın.

Terminal 1: Kontrolör girişi negatif (mavi) Terminal 2: Güç kaynağı negatif (mavi)

Güç kaynağının (kırmızı ucundan), kontrolör girişi pozitifine (kırmızı).

Deney bağlantısı gerçekleştirildikten sonra, yani su seviye tüpü tamamen 1000 mm (100 mbar=0.1 bar) kadar doldurulduktan sonra 0 – 6 bar manometreden 1.66 bar görülmektedir. Eğer 0 barda 0 ve 6 bar seviyesinde 1.66 bar görünmüyorsa kalibrasyona gereksinim vardır. Bu nedenle yine basınç algılayıcı ayar vidasından gidilerek ayarlama yapılır.



Sıfir noktası ayarı;

- Su seviye tüpü 100 mm düzeyine ayarlayın ve manometrede görüntüleyin

- Sıfir noktasını ayarlayabilmek için vidayı Z işareti yönüne doğru çevirin. Bu durumda kontrolörde %0=4 mA okunmalıdır. Ölçüm aralığı için;

- Su seviye tüpünü 1000 mm su yüksekliğine ayarlayın.

Ayar vidasını S işareti yönünde çevirerek kontrolör ekranında
 % 100 = 20 mA görüntüleyin.

Yapılan bu işlemler sonucunda aşağıdaki lineer grafik elde edilir.



DENEYİN SONUCU: Yapılan bu deneyde 0 – 1000 mm yüksekliğine sahip bir seviye tüpü kullanılmıştır. Bu seviye tüpüne 100mm seviyesi alt değer olarak ve 1000mm seviyesi de üst değer olarak alınmıştır. Bu değerlerde göstereceği düşük basınç değerleri çok hassas manometreler kullanılarak daha iyi izlenebilir. Eğer su seviyesi istenen yükseklikte gerekli basınç değerini gösteremiyorsa ayar vidası yardımıyla gerekli kalibre işlemi yapılır.

VERİ TOPLAMA KARTLARI (DAQ) İLE VERİ ALIŞVERİŞİ

Deneyin Amacı: Sensörlerden alınan analog/dijital sinyallerin bilgisayar ortamına aktarılması ve bilgisayar ortamında oluşturulan sinyallerin veri kartları ile dış ortama aktarılması prensiplerinin öğrenilmesi

Uygulamaya hazırlık

Herhangi bir sistemde basınç, sıcaklık, ivme sensörlerinden gelen verilerin bilgisayar, Programlanabilir Mantık Denetleyici (PLC) veya mikroişlemcilere aktarılması gerekmektedir. Endüstriyel sensörlerin çıkış büyüklüğü genellikle analog voltaj sinyali olduğu için, bu sensörlerden gelen verilerin bilgisayar gibi dijital çalışan bir sisteme aktarılmadan önce dijital (1/0) veriye çevrilmesi gerekmektedir. Bunun için birçok firmaya ait oldukça gelişmiş Analog/Dijital ve Dijital/Analog çevirici (ADC) bilgisayar kartları, entegre devreler ve yazılımlar bulunmaktadır. İngilizce'de genelde "Data Acquistion" ya da kısaca DAQ olarak adlandırılan bu işlem, bazı fiziksel ya da kimyasal niceliklerin sensörler aracılığı ile elektriksel olarak algılanıp, olabildiğince ya da gerektiğince yüksek hassasiyette sayısal değerlere dönüştürülüp örneklenerek, kaydedilmesi işlemini tanımlar. Aktarım, bilgisayarların anlayabileceği, örneğin Excel ya da Matlab ile açılabilecek, işlenebilecek bir veri formatında olur ve genelde sonrasında basit ya da karmaşık analizler uygulanarak belli sonuçlara varılması hedeflenir.



Şekil 1: Dış ortamdaki sinyallerin bilgisayar ortamına alınması

Uygulamada Kullanılacak Olan Veri Toplama Kartı

Uygulamada kullanılan veri toplama kartı, ADLINK Technology firması tarafından üretilen USB 1900 serisidir.



Şekil 2: Adlink Teknoloji veri toplama kartı

Giriş-çıkış özellikleri	
Kanal sayısı	8 Kanal programlanabilir fonksiyonlu dijital giriş (DI)
	4 Kanal programlanabilir fonksiyonlu dijital çıkış (DO)
Uyumluluk	TTL (DI için 3.3 V ve 5 V, DO için 3.3 V)
Giriş voltajı	Lojik sıfır: VIL=0.8 V max. Ve IIL=0.2 mA max.
	Lojik bir: VIH=2.0 V min. Ve IIH=0.2 mA max.
Çıkış Voltajı	Lojik sıfır: VOL=0.5 V max. Ve IOL=10 mA max.
	Lojik bir: VOH=2.6 V min. Ve IOH=10 mA max

Desteklenen Modlar	 8 kanal TTL DI ve 4 kanal TTL DO 2 kanal 32 bit genel amaçlı zamanlayıcı/sayıcı Tetikleme: harici / dahili Max kaynak frekansı: dahili 80Hz, harici 10 MHz 2 kanal PWM çıkışı Görev Peryodu: 1-99% Modülasyon frekansı: 0.005 Hz—20 MHz
Veri Transferleri	Programlanabilir I/O

<u>Analog İnput (AI)</u>	
Kanal sayısı	16 tek uçlu veya 8 sözde farlı voltaj girişi
A/D dönüştürücü	AD7610 veya muadili
Maksimum örnekleme	250 Ks/s
Çözünürlük	16 bit
Programlanabilir giriş oranı	±10 V, ±2V, ±1V, ±200Mv
Aşırı voltaj koruması	Güç açık iken: sürekli ±10 V
	Güç kapalı iken: sürekli ±2 V
Ofset hatası	±0.1 mV

Analog Output (AO)			
Kanal sayısı	2		
A/D dönüştürücü	DAC8871 veya muadili		
Maksimum güncelleme	1 M samples		
Çözünürlük	16 bit		
Çıkış oranı	±10 V		
Çıkış empedansı	0.01		
Ofset hatası	±0.15 mV		

Fiziksel, Güç ve Çalışma ortam özellikleri				
Arayüz	Yüksek hız USB 2.0 uyumlu, mini USB bağlantı			
Boyutlar	156x114x41 mm			
I/O bağlantıları	2 tane 20 pinli kaldırılabilir vidalı terminaller			
Güç gereksinimi	USB güç (5 V – 400 mA)			
Çalışma ortamı	Ortam sıcaklığı: 0-55 C			
	Bağıl nem: 10%90%			
Hafıza ortamı	Ortam sıcaklığı: -20-70 C			
Bağıl nem: 5%95%				

Deney:1 U-test programı ile sinyal alma ve sinyal gönderme

U-test, Adlink firması ürünü olan veri toplama kartlarına ait simulasyon programıdır. Bu program ile veri toplama kartına uygulanan sinyallerin, bilgisayara aktarılabileceği gibi program üzerinden dış ortama sinyal de gönderilebilir. Bu sayede bilgisayar ile dış ortam arası sinyal alışverişi yapılabilir ve veri toplama kartının düzgün çalışıp çalışmadığı kontrol edilebilir.



Şekil 3: U test programı

Programın sol tarafında görülen menü ile gönderilecek veya alınacak sinyale göre, analog giriş, analog çıkış veya dijital giriş/çıkış seçeneklerinden bir tanesi seçilebilir.

# U-test - [USB-1902(ID:0)]	-		×
▲ File View Windows Help		- 6	×
🔗 🖕 📥 😂 🔁 🗖 🗶 💭 🐙 🖤 📲			
Decice Setting			Î
Prota Solution Port			
PortB 80			
60 -			
40			Ļ
< > <		3	, ,
Click "USB-1902(ID:0)\Digital Input/Output"			

Şekil 4: U test programı menüleri

Dış ortamdaki farklı analog sinyallerin u-test programında ölçülmesi

Genlik değeri tepeden tepeye 5.9 V ve frekansı 1.17 kHz olan üçgen ve sinüs sinyalleri, veri toplama kartına uygulandığında u-test programında görülen sinyal şekilleri şekil 6'daki gibidir.







Şekil 6: Dış ortamdaki farklı analog sinyallerin u-test programında ölçülmesi

U-test programından analog sinyal oluşturulması ve veri kartı ile dış ortama aktarılması

U-test programında sinüs, üçgen, kare dalga sinyalleri ve DC gerilim oluşturularak çıkışa aktarılabilir. Aşağıdaki şekillerde, oluşturulan farklı gerilim tipleri ve osiloskop sonuçları görülmektedir. Sinüs sinyali ve kare dalga sinyali Tepeden tepeye 5 V ve frekans 20 Hz olarak ayarlanmıştır.

EET-306 Sayısal Kontrol

log Input	Frequency	Ampitude	DC Offset
log Output tal Input/Output	40,6 60,4	5,0 15,0	-5,0 -5,0
	20,8		
GC	1,0 100,0 20,0 Hz	0,0 5,0 Vpp 20,0	-10,0 10,0 10,0
			Duty Cycle: 50 🚯
3 A01	Frequency	Ampitude	DC Offset
SUME	40,6 60,4	5.0	-5,0 5,0
	1000	0,0 20,0	100
(DC)	1,0Hz 1000	0,0Vpp	Duty Cycle: 50 (2)

Şekil 7: U-test programından analog sinyal oluşturulması



Şekil 8: U-test programından alınan sinyallerin osiloskoptan ölçülmesi

Dijital sinyal giriş/çıkış işleminin u-test programı ile yapılması

A portunun O. Pinine bir TTL sinyali uygulandığında aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi O. Pini gösteren led, lojik 1 geldiğinde yanmakta ve lojik O geldiğinde de sönmektedir. Aynı şekilde veri toplama kartının dijital çıkış ucundan da sinyal alınabilir. U-test programında output kısmındaki buton on konumuna alındığında lojik 1 verirken off konumuna alındığında lojik O vermektedir.



Şekil 9: Veri kartına uygulanan TTL sinyal ve u-test programı görüntüsü

Deney-2:MATLAB ile DI, DO, AI VE AO işlemleri

Veri toplama kartı MATLAB programı ile uyumlu olduğu için, aynı sinyaller MATLAB programı ile alınıp, program içerisinde istenilen işlemlerden de geçirilebilir.

Dış ortamdaki farklı analog sinyallerin MATLAB programında ölçülmesi

U-test programına uygulanan şekil 5 ' deki sinüs sinyali, matlab da hem kod kullanarak hem de simulink programını kullanarak bilgisayara aktarılabilir. M-file programı ile alınan sonuç;



Şekil 10: Sinüs sinyalinin M-file ile alınması

Aynı sinyalin MATLAB/simulink ile alınması;

Simulink'den sinyal alışverişi için öncelikle veri toplama kartına ait kütüphanenin indirilmesi gereklidir. Daha sonra analog giriş bloğu ve bir osiloskop boş sayfaya alınıp gerekli blok ayarları yapıldıktan sonra çalıştırılıp sonuçlar alınabilir.



Şekil 11: Karta uygulanan sinüs sinyalinin matlab/simulink ile ölçülmesi

Matlab programından analog sinyal oluşturulması ve veri kartı ile dış ortama aktarılması

Matlab programında karta uygulanabilen değerler sınırında istenilen sinyaller dış ortama gönderilebilmektedir.

M-file ile sinyal oluşturup karta gönderilmesi;

Aşağıdaki m-file programında sırası ile 2, -1, 3 ve -5 V değerleri dış ortama gönderilmiştir ve sonuç osiloskop ile şekil 12'deki gibi ölçülmüştür.

```
ret = 0;
ao device = analogoutput('mwadlink', 0);
%Add channel#0 to ao device object.
ao_channel = addchannel(ao_device, 0);
for k=1:1000
try
    %Set the single Point analog output data.
   putsample(ao device, 2);
 for kk=1:100
 end
 putsample(ao_device, -1);
 for kk=1:100
 end
 putsample(ao_device, 3);
  for kk=1:100
 end
 putsample(ao_device, -5);
catch
    %Display a message when error occurs.
    display('System error or this card not support!');
end
end
delete(ao_channel); %delete ao_channel
clear ao channels; %clear ao channels
delete(ao_device); %delete ao_device
clear ao_device; %clear ao_device
```



Şekil 12: M-file ile oluşturulan analog sinyalin osiloskop ile ölçülmesi

Simulink ile analog sinyal oluşturup karta gönderilmesi;

Simulinkte genliği 3 V olan bir sinüs sinyali veri toplama kartına gönderilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

	-	Source Block Parameters: Sine Wave	\times
		Sine Wave	^
		Output a sine wave:	
		O(t) = Amp*Sin(Freq*t+Phase) + Bias	
		Sine type determines the computational technique used. The parameters in the two types are related through:	
		Samples per period = 2*pi / (Frequency * Sample time)	
		Number of offset samples = Phase * Samples per period / (2*pi)	
		Use the sample-based sine type if numerical problems due to running for large times (e.g. overflow in absolute time) occur.	
		Parameters	
		Sine type: Sample based	
		Time (t): Use simulation time	7 E
ዋ		Amplitude:	
	↑ 	3	1
		Bias:	1
Sine Wave	Scope	0	1
	·	Samples per period:	1
	mwadlink 0	1000	1
		Number of offset samples:	-
	030-1902.0	. 0	1
		Sample time:	1
	Analog Output	1e-6	1
	(Single Sample)	☐ Interpret vector parameters as 1-D	- L.
			~
		OK Cancel Help App	My





Şekil 14: AO sinyalinin simulink ve osiloskopta ölçülmesi

Dijital sinyal giriş/çıkış işleminin MATLAB programı ile yapılması

Veri toplama kartına, şekil 9'daki TTL sinyali uygulandığında m-file ile alınan sonuç ve değerler aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 15: dijital sinyalin m-file ile alınması

Veri toplama kartına, şekil 9 daki TTL sinyali uygulandığında simulink ile alınan sonuç ve değerler aşağıdaki şekilde görülmektedir



Şekil 16: Simulink ile dijital sinyalin alınması

Aynı sinyalin bir kazanç ile çarpılması



Şekil 17: Simulink ile dijital sinyalin alınarak işlemden geçirilmesi

Matlab programında oluşturulan dijital sinyalin veri kartı ile dış ortama aktarılması

Simulink ile sinyal oluşturup karta gönderilmesi;

Simulink ile genliği 3 V olan bir sinüs sinyali oluşturulmuş ve bu sinyal 1 değeri ile karşılaştırılarak bir kare dalga elde edilmiştir. Elde edilen bu sinyal veri toplama kartına gönderildiğinde aşağıdaki şekilden de görüldüğü gibi osiloskopta kare dalga sinyali alınmıştır.



Şekil 18: Simulink ile dijital sinyal oluşturma



Şekil 18: Simulink ile oluşturulan dijital sinyalin ölçülmesi

M-file ile sinyal oluşturup karta gönderilmesi

Aşağıda yazılan program ile lojik 1 de ve lojik 0 da kalma süreleri ayarlanarak görev periyodu farklı sinyaller üretilebilir.

```
do device = digitalio('mwadlink', 0);
%Add line 0~3 to do device object.
do_port = addline(do_device, 8:11, 'out');
for k=1:1000
try
    %Set the single Point digital output values.
    putvalue(do_device, [1]);
for k=1:100
end
putvalue(do device, [0]);
for k=1:1000
end
putvalue(do device, [1]);
for k=1:100
end
catch
    %Display a message when error occurs.
    display('System error or this card not support!');
end
end
```

%delete objects and free memory. delete(do_port); %delete do_lines clear do_port; %clear do_lines delete(do_device); %delete do_device clear do_device; %clear do_device



Şekil 19: M-file ile oluşturulan dijital sinyalin ölçülmesi

CNC (Computer Numerical Control) ROUTER KULLANIMI

Deneyin Amacı: Üretilmesi istenen bir parçanın, bilgisayar destekli tasarım ile modellenmesi (CAD), nümerik kontrol (NC) kodlarının bilgisayar ortamında oluşturulması (CAM) ve CNC router tezgahında üretiminin gerçekleştirilmesi

Deneye Hazırlık:

Cnc Router işleme tezgâhları, ahşap, metal, mermer ve plastik gibi malzemeleri bilgisayar yazılımları (CAD-CAM) destekli olarak çizimleri yapılarak el değmeden hassas bir şekilde işleyebilen makinalardır. Cnc router tezgahı bir düzlemin üzerinde yüksek devrile dönen bir kesme ucunun kesilecek materyali oyması prensibi ile çalışmaktadır. Kesme ucu çoğunlukla elmas olup, çok yüksek devrilerde dönerek materyali aşındırarak kesim işlemi yapar. Cnc router kesim, bilgisayaradaki CAD ve CAM yazılımları aracılığıyla, hazırlanan teknik resmin materyale oyulmasıdır. Çizimi yapılabilen her şekil için, materyal üzerine oyma veya kesme yapılabilir.

Çizim ve Programlama:

Çizim ve programlama, aşağıdaki aşamalara göre yapılmaktadır.

- 1. COREL VEYA AUTOCAD çizim programlarında istenilen desen oluşturulur.
- 2. AUTOCAD'de hazırlanan çizimlerin DWG olarak kaydedilmesi ve ArtCAM programına aktarılır.
- 3. ArtCAM'de takım yolları oluşturulur.
- 4. ArtCAMDE takım yolları işlemleri yapıldıktan sonra en altaki kutucuğa geçici bir isim verilerek ŞİMDİ tıklanır. Problemsiz bir çizim ve takım yolu işlemi oluşmuşsa çizim üzerinde turuncu renkli bir katman oluşur. Bu takım yolu çizgisidir.
- 5. En üstte takımyolları seçilir. Buradan takımyolu kaydetme tıklanır.
- 6. Oluşmuş takımyolu iki kutulu tabloda soldan sağdaki kutuya ok ile atılır.
- 7. Mach2mm.cn olarak bir dosyada kaydedilir.
- 8. MACH3 programı açılarak LOAD GCODE ile bu dosya açılır.
- 9. SOL alt köşede malzeme köşesi X Y ve Z eksenleri için sıfırlanır.
- **10.** Z ekseni biraz yukarıya alınır. Bu sayede hem doğru yere gidip gitmediği anlaşılır hem de motorun devrini alması sağlanır.
- İş başlangıcında HOME alınması iyi olur. HOME ile Z sıfır referanslanırsa iş aksaması veya takılması durumunda Zsıfır kaybolmaz. Makine HOME alınarak buradan GOTOZ yapılırsa makine HOME referans alacaktır. Ancak Home SONRASI z sıfıra gitmek ve buradan tekrar HOME gelerek HOME da yazan X Y Z değerlerini bir kâğıda kaydetmek gereklidir.
- ZSIFIR ile Z ekseni ayrıdır. Zsıfır veya ZET sıfır tabiri üç eksen içinde malzme sol alt köşesinde bıçağın malzeme üstüne dokunması ile oluşan X Y ve Z eksenlerinin üstte X Y ve Z eksen butonlarına tıklayarak sıfırlanması ile oluşan malzeme sıfırı demektir.
- STOP tuşu ile makine durursa Zet sıfır komutu çalışır. Space veya sarı buton ile durursa zet sıfır çalışmaz.
- MACH3 makine çalışırken kapatılmamalıdır. Ekranda aşağıya alınmamalıdır.Mach3 ekranı yokken makine çalışmaz. Aşağıda açık olsa bile tam ekran açık olmalıdır.
- Kesim sırasında çizim işlemi yapılmamalıdır.

<section-header>

 EET-306 Sayisal Kontrol

 CRC ROUTER TEZGAPLLARDA VERI IŞLEM SIRASI

 Image: Colspan="2">Image: Colspan="2">Image: Colspan="2">Image: Colspan="2"

 Image: Colspan="2"

 Officience

 Image: Colspan="2"

 Image: Colspan="2"

 (Image: Colspan="2")

 (Image: Colspan="2")

 (Image: Colspan="2")

 (Image: Colspan="2")

 (Image: Colspan="2")

 (Image: Colspan="2")

 (Image: Colspan="2")

 (Image: Colspan="2")

 (Image: Colspan="2")

 (Image: Colspan="2")

 (Image: Colspan="2")

 (Image: Colspan="2")

 (Image: Colspan="2")

 (Image: Colspan="2")

 Image: Colspan="2")

 Image: Colspan="2")

 Image: Colspan="2")

 Image: Colspan="2")

 Image: Colspan="2")

 Image: Colspan="2")

 Image: Colspan="2")

 Image: Colspan= 2"

 Image

CNC Router makinelerde, öncelik sırası şöyledir;

- 1) Makinemize bağlı olan bilgisayar açılır.
- 2) Mach3 programı açılır
- 3) Makinemiz açılır.

NOT: Bilgisayar açılmadan makinemizi açarsak, bilgisayar açılırken paralel portları kontrol edeceğinden makinemizin frezesi çalışmaya başlayacaktır. Bu da istemediğimiz durumlara yol açabilir.

MACH3 PROGRAMININ KULLANIMI

Mach3 programını açtıktan sonra Reset butonu yanında aşağıda görüldüğü gibi Press Reset Emergency Mode Active ... Yazısı çıkacaktır ve reset çerçevesi kırmızı olacaktır, Resete basmadan makine çalışmaz.



Reset tuşuna tıkladığımızda dış çizgisi yeşil renge dönüşecektir ve uyarı yazısı ortadan kalkacaktır.



Klavyemizde bulunan yön tuşları ile makinemize (X-),(X+),(Y-),(Y+) eksenlerinde hareket verebiliriz.

Z eksenimize ise (frezenin bağlı olduğu eksen) klavyemizde bulunan Page Up – Page Down tuşları ile eksi ve artı yönde hareket verebiliriz.

Mach3 programına Cam programında hazırlamış olduğumuz Gcode 'u almak için programın ana penceresinde bulunan "Load G- Code " butonuna tıklayıp, hazırlamış olduğumuz G-Code'un yerini bulduğumuzda Aç butonuna tıklamamız yeterli olacaktır.



Load G-Code; İşleyeceğimiz parçanın CAM programında hazırlamış olduğumuz G-Code 'u Mach3 programının içerisine alır.

<u>Close G-Code</u>; Mach3 programına alınan G-Code'u temizler.

Recent File; Daha önce program içine almış olan çalışmaları gösterir.

<u>Edit G-Code</u>; Mach3 programına alınmış olan G-Code'un parametleri değiştirilebilir. Örneğin; F değeri 2500 (dakikada 2,5 metre) ve siz bunu 3500 yapmak istiyorsunuz. F 3500 yaptığınızda kesme hızı dakikada 3,5 metre olacaktır.

<u>Rewind Ctrl – W</u>; Mach3 programına alınmış olan G – Code'un çalışması bittikten sonra, en son satırda kalacaktır. Rewind tuşuna bastığımızda G-Code tekrar başa dönecektir.

Hazırlamış olduğumuz G-Code'u Mach3 programına aldıktan sonra, ekran aşağıda görüldüğü gibi olacaktır.



Cnc Router Makinelerde Malzeme İşleme Nasıl Yapılır?

Mach 3 programına G Code aldıktan sonra, yön ve page up – page down tuşları ile makinaya bağlanan malzemeye yaklaşılır ve referans noktasını belirlenir. (genelde malzemenin sol alt köşesi)

Malzememizin referans (başlangıç) noktasını belirledikten sonra X – Y ve Z eksenlerini 0 olarak kabul ettirilir. Bunun için Zero X – Zero Y ve Zero Z butonlarına tıklayarak, referans noktası Mach3 programına tanıtılır.

Not: Yön ve page up – down tuşları ile malzemeye yaklaşırken CTRL tuşlarına basarak makinenin daha yavaş hareket etmesi sağlanabilir.

	R Zero E X	+0.0000 +1	.0000 Tool:0	1
	A Zero Y	+0.0000 scale	.0000	
% 690	H Zero	+0.0000 scal	.0000	
G49 M3 515000 G0 X3.000 Y250.000 Z5.000 G1 7-5 000 E360	M Zero 4	+0.0000 Radi	us sct	
G1 X3 017 Y246 900 F2500 X3 073 Y243 797 Ya 167 Yayin coa	OFFLINE GOTO Z	To Go Machine Coord's Lim	t its	
File: C.Documents and Settings\admin\Belgelerim\orn	əkisleme.cnc	Load Wizards Last W NFS Wizards	izard Regen. Toolpath	Display Jog Mode Follow

Parça sıfırı tanıtıldıktan sonra, Cycle Start < Alt – R > butonuna bastığımızda çalışma başlayacaktır.

Cycle Start; Mach3 programına alınan G-Code 'u çalıştırır. Klavye kısayolu Alt-R tuşlarıdır.

<u>Feed Hold</u>; Makineye bağlı olan freze çalışmasına devam ederken çalışmakta olan G Code'u durdurur. Klavye kısayolu space (boşluk) tuşudur.

<u>Stop</u>: Çalışmakta olan G-Code'u durdurur, makine ve freze motoru da durur. Kısayolu . Klavye kısayolu Alt-S tuşlarıdır.



Mach3 Programında İstediğimiz Ölçüde Eksenlere Hareket Verme

X - Y ve Z eksenlerinde makinaya istenilen ölçüde hareket vermek için X - Y ve Z eksenlerinin karşısında bulunan yeşil renkteki kutucuğa Mouse ile tıklayıp gidilecek ölçü kadar mesafe girilip (Örnek - 500.0000) enter tuşuna basıldıktan sonra GOTO Z butonuna basıldığında, makina ölçüyü verdiğimiz eksende – yönünde hareket edecektir. Değeri + yönünde verdiğimizde makina artı yönde hareket edecektir. (Örnek + 500.0000)

	Zero X	-500.0000	Scale +1_0000
AL	Zero Y	+0.0000	Scale +1.0000
	zero Z	+0.0000	Scale +1.0000
	Zero 4	+0.0000	Radius Correct
OFFL	INE	Z To Go Machine Coord's	Soft Limits

.0000 noktanın soluna yazılan değerler kadar makina hareket eder. 1mm değerinin altına düşüldüğünde noktanın sağ tarafı kullanılır. (Örnek: 0.5000 yarım milimetre değer

Eksi değer verildiğinde – işareti görülmeyecektir, Bu, – işaretini kabul etmedi anlamına gelmemektedir, ENTER tuşuna basıldığında, girilen – değeri ekranda görülecektir.

SAYISAL SİNYALLERİN İŞLENMESİ

Amaç:

Sayısal türev ve integrasyon yöntemlerinin MATLAB kullanarak incelenmesi.

I. Ön Bilgi ve deneye (uygulamaya) hazırlık:

1-) Bir f(x) fonksiyonunun türevi, x bağımsız değişkenine göre f(x) fonksiyonunun değişim oranı olarak tanımlanır :

$$f'(x) = \frac{df(x)}{d(x)}$$

Sayısal türev alma tekniği ile bir fonksiyonun x_k noktasındaki türevinin değeri yaklaşık olarak hesaplanabilir. Bu hesaplamada x_k noktaları yakınındaki fonksiyon değerlerini kullanmak sureti ile x_k daki teğetin eğimi yaklaşık olarak bulunmuş olur. x_k noktasındaki teğet çizgisinin eğiminin yaklaşık sayısal hesaplaması, fark alma yöntemi olarak bilinir.

a) Geriye Fark Alma Kuralı:
$$f'(x_k) = \frac{f(x_k) - f(x_{k-1})}{x_k - x_{k-1}}$$

b) İleri Fark Alma Kuralı:
$$f'(x_k) = \frac{f(x_{k+1}) - f(x_k)}{x_{k+1} - x_k}$$

c) Merkezi Fark Alma Kuralı: $f'(x_k) = \frac{f(x_{k+1}) - f(x_{k-1})}{x_{k+1} - x_{k-1}}$

Geriye Fark Alma Kuralı ile $f(x)=x^5-4x^4-9x^3+32x^2+28x-48$ fonksiyonunun [-3 5] aralığındaki türevini bulan bir MATLAB programı yazarsak;

$$x(1)=-3; T=0.1;$$

 $f(1)=x(1)^{5}-4*x(1)^{4}-9*x(1)^{3}+32*x(1)^{2}+28*x(1)-48;$
 $df(1)=468; // df(1)=468$ değeri sizce nasıl belirlenmiştir ?
for i=2:80;
 $x(i)=x(i-1)+T;$
 $f(i)=x(i)^{5}-4*x(i)^{4}-9*x(i)^{3}+32*x(i)^{2}+28*x(i)-48;$
 $df(i)=(f(i)-f(i-1))/T;$
end
plot(x,df)

Bu işlem MATLAB da hazır bir fonksiyon ile de yapılabilir:

diff (Fark Alma) fonksiyonu: Türev alma işlemlerinde MATLAB içinde yer alan diff fonksiyonundan yararlanılabilinir. diff fonksiyonu bir vektör (satır veya sütun matrisi) içindeki birbirini izleyen değerler arasındaki farkları hesaplar. Bu hesaplamadan, eleman sayısı orijinal vektör elemanlarından bir eksik olan bir vektör elde edilir. Genel kullanım biçimleri aşağıda verilmiştir.

y=diff(x) (x vektörü içerisindeki değerlerin birinci dereceden farkını alır).

x=[x(1) x(2) x(3)...x(n)]y=[x(2)-x(1) x(3)-x(2) ... x(n)-x(n-1)]

y=diff(x,n) (x vektörü içerisindeki değerlerin n. dereceden farkını alır,yani diff(x,n)=diff((diff(x,n-1))). x=[1 3 6 8 10]; diff(x) komutunun sonucu

2 3 2 2 ve

diff(x,2) komutunun sonucu

```
1 -1 0
```

olur. Bu açıklamalara göre diff fonksiyonu kullanılarak y=f(x) biçiminde tanımlanan bir fonksiyonunun türev değerinin sayısal yaklaşığı:

diff(y)./diff(x) şeklinde hesaplanır.

Not: Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı üzere diff fonksiyonu ileri farkları hesaplamaktadır.

 $f(x)=x^5-4x^4-9x^3+32x^2+28x-48$ fonksiyonunun türevini hesaplattırıp, türevin x değişkenine göre grafiğini çizdirecek bir MATLAB programı yazalım.

Önceki örnekte olduğu gibi türev aralığını [-3 5] seçelim.

Bu aralığa ait sayısal türev değerleri aşağıdaki bildirimler yardımıyla hesaplanır:

x=-3:0.1:5; f=x^5-4*x^4-9*x^3+32*x^2+28*x-48; df=diff(f)./diff(x); w=-3:0.1:4.9; plot(w,df)

2-) Herhangi bir f(x) fonksiyonunun [a b] aralığındaki belirli integrali, a ve b arasında f(x) eğrisinin altında kalan alan olarak tanımlanır. İntegral değeri K ise ;

 $K = \int_{a}^{b} f(x) dx$ biçiminde verilir.

Sayısal integrasyon teknikleri arasında en sık kullanılanları yamuk ve parabolik (Simpson) yöntemleridir. Yamuk yönteminde; f(x) fonksiyonu eğrisi altında kalan alan küçük yamuk alanlarının toplamı olarak hesaplanır. Burada eğri, n adet parçaya ayrılır ve eğri üzerinde yer alan her iki nokta bir düz çizgi ile birleştirilerek eğri altındaki alan yamuk alanlarına bölünmüş olur. Parabolik veya Simpson yönteminde; f(x) fonksiyonu altında kalan alan parabolik (quadratic) fonksiyonların alanları toplamı olarak hesaplanır ve yamuk yönteminden daha doğru sonuç verir.

Yamuk kuralı ile f(t)=20Sin2t fonksiyonunun [0 0.5] aralığında integralini bulan bir MATLAB programı yazalım;

```
t(1)=0; T=0.01; top(1)=0;

f(1)=20*sin(2*t(1));

for i=2:50;

t(i)=t(i-1)+T;

f(i)=20*sin(2*t(i));

top(i)=top(i-1)+(f(i)+f(i-1))*T/2;

end

plot(t,top)
```

MATLAB içinde sayısal integrasyon hesaplamasında hazır fonksiyon olarak **quad** fonksiyonu kullanılır. **quad** fonksiyonu Simpson kuralının adaptif (uyarlamalı) biçimini kullanır.

Kullanım biçimleri: a=quad('fname',a,b) a=quad('fname',a,b,tol)

Fonksiyon fonksiyonu olan bu fonksiyonlar ile hesaplama yapılabilmesi için ayrıca bir fonksiyon dosyası hazırlanması gerekir. **fname**, sayısal integrasyonu yapılacak fonksiyona verilen ismi, a integrasyon işleminin başlangıç, b son değerini, tol ise integrasyon işlemindeki tolerans değerini belirler. Tolerans değeri tanımlanmadığı takdirde otomatik olarak 0.001 olarak kabul edilir.

f(t)=20Sin(2t) fonksiyonunun integralini [0 0.5] aralığında hesaplayan program parçası aşağıda verilmiştir.

<u>Intgrl.m</u> function q=intgrl(t) q=20*sin(2*t);

>>quad('intgrl',0,0.5) q=4.5970

II. Uygulamada yapılacak işlemler:

1-) y=10e^{-2t} fonksiyonunun [0 5] aralığında T=0.01 için (T: adım aralığı)

a) türevini matematiksel olarak bulunuz ve MATLAB da çizdiriniz.

b) İleri Fark, Geri Fark veya Merkezi Fark yöntemlerinden birini kullanarak türevini alan bir MATLAB programı yazınız ve grafiğini çizdiriniz.

c) a ve b seçeneklerinde elde ettiğiniz sonuçları karşılaştırınız

d) Aynı fonksiyonun türevini farklı adım aralıkları için tekrar bulunuz. Adım aralıklarını değiştirmenin türev sonucundaki etkisini görünüz.

2-) y=10e^{-2t} fonksiyonunun [0 5] aralığında T=0.01 için

a) integralini matematiksel olarak bulunuz ve grafiğini MATLAB da çizdiriniz.

b) Yamuk Kuralı ile integralini alan bir MATLAB programı yazınız ve grafiğini çizdiriniz.

c) a ve b seçeneklerinde elde ettiğiniz sonuçları karşılaştırınız.

III. Sorular ve değerlendirme:

1-) Sayısal türev ve integral için matematiksel çözüm ile MATLAB da bir program yardımıyla çözüm arasında sonuç olarak ne fark vardır? Varsa bu farklılığın sebebi nedir? İki sonucu birbirine yaklaştırmak için ne yapılmalıdır?

2-) quad fonksiyonunu kullanarak $y=10e^{-2t}$ nin [0 5] aralığında T=0.01 için integralini bulan ve bulunan integral fonksiyonun grafiğini çizdiren bir MATLAB programı yazınız.

MATLAB KONTROL SİSTEMLERİ TOOLBOX'IN AYRIK ZAMAN FONKSİYONLARI VE KULLANIMI

Amaç:

MATLAB kontrol sistemleri toolbox'ının açık ve kapalı çevrim sistem cevaplarının bulunması ile ilgili fonksiyonların incelenmesi.

I. Ön Bilgi ve deneye (uygulamaya) hazırlık:

MATLAB da ayrık zaman sistemlerinin incelenmesinde kullanılan çeşitli ayrık zaman analiz ve tasarım fonksiyonları mevcuttur. Kontrol sistem toolbox'ta yer alan bu fonksiyonlar genellikle, karşılık gelen sürekli zaman fonksiyonlarının önüne "d" harfi koymak suretiyle adlandırılırlar.

dimpulse: Bu fonksiyon sistemlerin ayrık zaman ani darbe cevabını bulur.

Transfer fonksiyonu veya durum uzay modeli verilmiş ise;

[y x k]=dimpulse (num,den,k)

[y x k]=dimpulse (a,b,c,d,iu,k) (y:çıkış matrisi, x:durum vektörü değerleri, k:adım sayısı, num: transfer fonksiyonu payının katsayıları, den: transfer fonksiyonu paydasının katsayıları, iu:giriş sayısı) fonksiyonları yardımı ile cevap belirlenir.

dstep: Ayrık zaman sistemlerin basamak cevabını bulur. dstep in kullanış biçimleri dimpulse ile aynıdır.

dlsim: Ayrık zaman sistemlerin tanımlanan bir giriş için cevabını bulur.

Transfer fonksiyonu verilmiş ise;

[y,x]=dlsim(num,den,u) (u:giriş sinyali)

durum uzay modeli verilmiş ise;

[y,x]=dlsim(a,b,c,d,u,x0) (x0:başlangıç koşulları)

yardımı ile çıkış belirlenir.

stairs: Bu komut sistemlerin eşit biçimde artan değerler içeren bir giriş vektörüne karşılık gelen çıkış grafiğini basamak şeklinde çizdirir.

stairs(x,y) (x'e bağlı y değerlerinin basamak grafiğini çizdirir)

stairs(y) (y değerlerinin basamak grafiğini çizdirir)

plot fonksiyonuyla doğrusal grafik çizdirilirken, stairs fonksiyonuyla basamak şeklinde grafik çizdirilir.

ÖRNEK-1:

$$\begin{bmatrix} x1(k+1) \\ x2(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.955 & -0.96 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x1(k) \\ x2(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} U(k) \qquad y(k) = \begin{bmatrix} 0.01 & 0.02 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x1(k) \\ x2(k) \end{bmatrix}$$

Verilen ayrık zaman durum denkleminin k=1,2,3,.....,100 için,

a-) birim basamak cevabini,

b-) birim impulse cevabini ve,

c-) $u(k)=e^{-2k}\sin(3k/20)$ giriş sinyali için çıkış cevabını bulan ve bu üç cevabı 3x1 ekranda çizen bir MATLAB programı yazınız.

a=[1.955 -0.96; 1 0]; b=[1;0]; c=[0.01 0.02]; d=0; x0=[0;0];k=1:1:100;y1=dstep(a,b,c,d,1,k);subplot(3,1,1)stairs(k,y1)y2=dimpulse(a,b,c,d,1,k);subplot(3,1,2)stairs(k,y2)u(k)=exp(-2.*k).*sin(3.*k/20);y3=dlsim(a,b,c,d,u(k),x0);subplot(3,1,3)stairs(k,y3)

ÖRNRK-2:

 $G(z) = \frac{0.3404z + 0.2415}{z^2 - 0.4455z + 0.6094}$ olarak verilen sistemin basamak cevabini bulan bir MATLAB program

parçası aşağıda verilmiştir.

num=[0.3404 0.2415]; den=[1 -0.4455 0.6094]; dstep(num,den)

Bunların dışında sürekli zaman sistemlerde kullanılan; model dönüştürme fonksiyonları, ss2tf, tf2ss, series, paralle, cloop, feedback fonksiyonları ayrık zaman sistemlerde de aynı biçimde kullanılabilir.

Örneğin, ss2tf fonksiyonu durum uzay modelini transfer fonksiyonu modeline dönüştürür. Genel kullanım biçimi:

[num den] = ss2tf (a, b, c, d, iu) şeklindedir.

ÖRNEK-3:

$$\begin{bmatrix} x1(k+1) \\ x2(k+2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.04 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x1(k) \\ x2(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} U(k) \qquad y = \begin{bmatrix} 0 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x1(k) \\ x2(k) \end{bmatrix} \quad \text{Ayrik zaman durum uzay}$$

modeline karşılık gelen transfer fonksiyonunu bulan bir MATLAB program parçası aşağıda verilmiştir.

 $A=[0.3 \ 0.04 ; 1 \ 0]; B=[1; 0]; C=[0 \ 2]; D=0;$ [num den] = ss2tf(A, B, C, D, 1)

tf2ss: Transfer fonksiyonu modelinden durum uzay modeline dönüşümü sağlar. Genel kullanım biçimi: [a, b, c, d] = tf2ss(num,den) şeklindedir.

ÖRNEK-4:

 $G(z) = \frac{0.064z^2 + 0.128z + 0.064}{z^2 - 1.168z + 0.424}$ transfer fonksiyonuna karşılık gelen durum uzay matrislerini bulan bir

MATLAB program parçası aşağıda verilmiştir.

 $num = [0.064 \quad 0.128 \quad 0.064];$ $den = [1 \quad -1.168 \quad 0.424];$ [a, b, c, d] = tf2ss(num,den)

series: Transfer fonksiyonu veya durum uzay modeli ile tanımlanmış seri bağlı iki sistemin indirgenmesini sağlar. Genel kullanım biçimleri:

```
[a b c d] = series (a1,b1,c1,d1,a2,b2,c2,d2)
[a b c d] = series (a1,b1,c1,d1,a2,b2,c2,d2,outputs1,inputs2)
[num den]= series(num1,den1,num2,den2) şeklindedir.
```

İlk iki kullanım biçiminde, durum uzay modeli ile tanımlanan iki sistemden durum uzay modeli ile tanımlanan bir sistem elde edilir. Birinci komutta tek girişli- tek çıkışlı sistemlerin seri bağlantısı sağlanmakta, buna karşılık ikinci komutta çok girişli çok çıkışlı sistemlerin belirtilen çıkıştan girişe seri indirgenmesi gerçekleştirilmektedir.

ÖRNEK-5:

Transfer fonksiyonları $G_1(z) = \frac{10z+5}{z-1}$ ve $G_2(z) = \frac{1}{z-0.2}$ olarak verilen seri bağlı iki sistemi

indirgeyen bir MATLAB program parçası aşağıda verilmiştir.

num1=[10 5]; den1=[1 -1]; num2=[1]; den2=[1 -0.2], [num den]= series(num1,den1,num2,den2)

paralel: Paralel bağlı iki blok veya sistemin indirgenmesini gerçekleştirir. Kullanım biçimi aynı **series** fonksiyonunda olduğu gibidir.

feedback: Herhangi bir geribesleme döngüsünü indirger. Bu fonksiyonun genel kullanım biçimi aşağıda verilmiştir:

feedback(G,H) veya feedback(G,H,-1) negatif geri besleme için

feedback(G,H+1) ise pozitif geri besleme için kullanılır. [num den]=feedback(num1,den1,num2,den2)

ORNEKLER:

feedback(G,1) (pozitif birim geri besleme) (G: İleri yol transfer fonksiyonu)

feedback(G) (negatif geri besleme)

feedback(G,-1) (negatif geri besleme) şeklindedir.

ÖRNEK-6:

 $G(z) = \frac{5z}{z^2 - 1.1z + 0.1}$ olan birim geri beslemeli bir sistem için kapalı çevrim sistemin birim basamak

cevabını bulan ve grafiğini çizen bir program yazınız.

num=[5 0]; den=[1 -1.1 0.1]; G=tf (num,den); s=feedback (G) .step(s)

II. Uygulamada yapılacak işlemler:

1-)
$$\begin{bmatrix} x1(k+1) \\ x2(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0.0952 \\ 0 & 0.905 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x1(k) \\ x2(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.00484 \\ 0.0952 \end{bmatrix} U(k) \qquad y(k) = \begin{bmatrix} 10 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x1(k) \\ x2(k) \end{bmatrix}$$

k=1,2,3,4,.....,100 olmak üzere u(k)=sin(5k) giriş sinyali için sistem cevabını bulan bir MATLAB programı yazınız.

2-) Aşağıda verilen sistemin birim basamak cevabını bulan bir program yazınız.



III. Sorular ve değerlendirme:

1-)Verilen bir transfer fonksiyonunun ayrık zamanda birim basamak cevabını bulan (dstep fonksiyonunun görevini yapan) bir MATLAB fonksiyonu yazınız (Temel MATLAB operatörleri kullanılabilir ancak kontrol toolbox fonksiyonları kullanılmayacaktır).

ÖRNEKLEME PERİYODU SEÇİMİ VE GECİKMELERİN ETKİSİ Amaç:

Ayrık zaman sistemlerde sistem performansını etkileyen gecikmelerin incelenmesi ve örnekleme periyodu seçimi.

I. Ön Bilgi ve deneye (uygulamaya) hazırlık:

Ayrık zaman sistemlerde gecikmelerin başlıca iki nedeni vardır:

1-) D/A Dönüştürücüden Kaynaklanan Gecikme ve Kontrol Performansına Etkisi:

Bir ayrıklaştırma yöntemiyle elde edilen ayrık zaman sistemin, orijinal sürekli zaman sistemle aynı kapalı çevrim performansını sağlayıp sağlamayacağı Şekil 5.1 'de verilen D/A 'nın çalışması incelenerek belirlenebilir.



(a) D/A' nın blok şeması(b) D/A 'da işlenen sinyaller

Bir D/A çeviricinin yaptığı iş temel olarak u(t) 'den örneklenmiş u(k) değerini bir örnekleme süresince yani u(k+1) gelene kadar sabit tutarak çıkışa göndermektir. Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi, z.o.h. için $u_0(t)$ merdiven şeklinde oluşmaktadır. Buna göre $u_0(t)$ 'nin ortalama değeri olan $u_1(t)$, $u^*(t)$ 'nin tanımladığı zarftan (orijinal analog u(t) sinyalinden) T/2 kadar gecikmiş durumdadır. Bu gecikme özellikle T 'nin büyük değerlerinde, sistemin performansını oldukça kötüleştirir ve hatta kararsızlığa bile neden olabilir.

Şimdi T 'nin değerinin sistemin kapalı çevrim performansına etkisini görebilmek için Şekil 5.2 'de görüldüğü gibi T/2 kadar gecikme eklenmiş analog kontrol sistemini ele alalım. Laplace dönüşümünün gecikme teoremini kullanırsak:

$$L\{\delta(t-T)\} = \int \delta(t-T)e^{-sT}dt = e^{-sT}$$

D/A dönüştürücüden kaynaklanan gecikmeyi $e^{-s\frac{t}{2}}$ olarak ifade edebiliriz.



Sekil 5.2 D/A dönüştürücüden kaynaklanan gecikmenin eklendiği analog kontrol sistemi

Şekil 5.2 'deki sistemin değişik T/2 gecikmeleri için simülasyonu yapılırsa, bu gecikme süresi arttıkça kontrol performansının kötüleşeceği rahatlıkla görülebilir.

Şimdide analog olarak tasarlanmış denetleyicilerin ayrık zaman eşdeğerlerini bulurken örnekleme periyodu seçiminin nasıl yapılması gerektiğini inceleyelim. Örnekleme frekansı $\omega_s = \frac{2\pi}{T}$ dir. Örnekleme

Frekans Oranı yaklaşık olarak, $\zeta = 0.707$ civarında, $\ddot{O}FO = \frac{\omega_s}{\omega_n}$ olarak tanımlanır. Şu unutulmamalıdır

ki, sistemin kapalı çevrim performansındaki bozulmaların derecesi T'nin sayısal değerinden ziyade örnekleme frekansının doğal frekansa oranına yani ÖFO 'ya bağlıdır.

Eğer, kapalı çevrim sistemin doğal frekansı ω_n olacak şekilde sürekli zamanda bir Gc(s) denetleyicisi tasarlanır ve bu denetleyici çift yönlü doğrusal dönüşüm yöntemi ile ayrıklaştırılırsa $\omega_s \ge 20\omega_n$ seçilmelidir (Yani ÖFO>=20 olmalıdır). Ancak uygulamada, yüksek ÖFO değerlerinin seçilmesine en büyük engel; A/D dönüştürücüye gelen sinyallerdeki gürültü problemidir. Bu nedenle eğer sürekli zamanda tasarladığınız Gc(s)'i mikroişlemci gerçeklemesinde kullanmak istiyorsanız ÖFO'nun;

 $20 \le \ddot{O}FO \le 40$

olarak belirlenmesi makul bir yaklaşım olacaktır.

Eğer ÖFO yukarıda verilen aralıkta seçilemiyorsa, yani çeşitli nedenlerden dolayı düşük seçilmek zorunluluğu varsa (Bu nedenler yavaş bir mikroişlemci, düşük bit sayılı bir A/D veya gürültü olabilir), bu durumda Gc(s) kullanılamaz veGc(z) direk olarak z-düzleminde tasarlanmalıdır. z-düzleminde de tasarım yapılsa, ÖFO' nun 5'den küçük alınması tavsiye edilmez. Çok düşük ÖFO'ların sistemi kararsız yapacağı unutulmamalıdır.

ÖFO'nun yüksek olması durumunda (ÖFO>=20), z-düzleminde yapılan analiz ve tasarımın hiçbir sakıncası yoktur. Ancak bu tasarım, s-düzleminde yapılan tasarımla yaklaşık aynı sonucu verecektir (yani yaklaşık aynı kontrol performansını verecektir).

2-) Hesaplama Gecikmesi:



Şekil 5.4 D/A, A/D dönüşümleri ve mikroişlemci hesaplama işlemleri

Giriş referans sinyali r^{*}(t) klavyeden gelen sayısal (dijital) bir sinyaldir. Mikroişlemci her kT saniye (k=0,1,2,3,....) anında c^{*}(t)'yi alır ve u^{*}(t)'yi çıkış olarak verir. İdeal olarak, c(k) çıkış sinyalinin ölçülmesi ve u(k) denetleyici çıkışının D/A dönüştürücüye gönderilmesinin t=kT anında olması gerekir. Ancak bu fiziksel olarak mümkün değildir. Eğer denetleyici çıkışının hesaplama süresi T_c, örnekleme periyodu T'den oldukça küçükse (T_c <<T), T_c ile ifade edilen gecikme ihmal edilebilir. Fakat T_c T'ye yakın bir değerse (ki bunun anlamı mikroişlemci yavaştır veya T çok küçük seçilmiştir veya denetim kuralı karmaşık bir hesaplamaya dayalıdır), bu durumda sistemin kapalı çevrim cevabında T_c' den kaynaklanan gecikmeden dolayı bozulmalar görülür.



Bu problemin çözümü, denetlenecek sistemin z-transfer fonksiyonunu z^{-1} ile çarpmak ve yeniden bir denetleyici tasarlamaktır. Denetlenecek sistemin transfer fonksiyonunu z^{-1} ile çarpmak, T süresi kadar gecikmeyi dikkate almak demektir.

II. Uygulamada yapılacak işlemler:

1-)



Yukarıdaki D/A yokken (T=0), $G_C(s)$ denetleyicisi $\omega_n = 2.23 rad/s$, $\zeta = 0.707$ olacak şekilde tasarlanmıştır. D/A'lı ve D/A'sız olmak üzere iki SIMULINK modeli oluşturunuz. R(s) giriş sinyalini, oluşturulan iki SIMULUNK modelinin girişine verip devrelerin çıkışlarını aynı anda görüntüleyip karşılaştırınız. Bu işlem D/A'nın farklı gecikme değerleri için (yani farklı T değerleri için, örneğin T=0.05 den 1 'e kadar farklı birkaç değer kullanınız) gerçekleştirilip, gecikmenin olumsuz etkisini gözlemleyiniz.

2-) Yukarıda verilen sistemde ÖFO = 4, 10 ve 20 olacak şekilde denetleyiciyi bilineer dönüşümle ayrıklaştırarak üç sisteminde çıkışını aynı anda izleyebilecek şekilde bir SIMULINK blok diyagramı oluşturunuz (D/A yerine z.o.h. bloğunu kullanınız).



 $G_C(z) = \frac{0.5(z-0.8)}{z-1}$, $G_h G_p(z) = \frac{0.2}{z-0.9}$ ve referans giriş birim basamak fonksiyonudur. Bir periyotluk hesaplama gecikmesinin etkisini görebilmek için gecikmeli ve gecikmesiz sistem çıkışlarını aynı

anda izleyebileceğiniz bir SIMULINK blok diyagramı kurunuz (T = 0.5 alınız).

III. Sorular ve değerlendirme:

1-) Yukarıda bahsedilen gecikme türlerine ilave olarak uygulamada bilgisayar kontrollü bir sistemde sizce başka ne tür gecikmeler olabilir?