

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

MOTORLU ARAÇLAR TEKNOLOJİ

KUMANDA SİSTEMLERİ

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. SENSÖRLER	3
1.1. Manyetik Sensörler	4
1.1.1. Hall-Jeneratörü	4
1.1.2. Manyetik Alan Plakası	5
1.2. Optik Sensörler	7
1.2.1 Fotodiyotlar	7
1.2.2 Fototransistörler	8
1.2.3 Optik Aktarıcılar (Opto-Koppler)	9
1.2.4 Işık Bariyerleri	11
1.3. Kapasitif Sensörler	15
1.4. İndüktif Sensörler	17
1.5. Isı Sensörleri (Isı Ölçümü)	19
UYGULAMA FAALİYETİ	22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	23
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	25
2. KONTROL EDİLECEK SİSTEMLER	25
2.1. Bir Sistemin Zaman Davranışı	25
2.2. Bir Sistemin Sükûnet Durumu	26
2.3. Sistem Özelliklerinin Basamak Cevap Yöntemi İle Tespiti	26
2.4. Kontrol Edilecek Sistem Tipleri	26
2.4.1. Oransal Gecikmeli Sistemler	27
2.4.2. Oransal Sistemler	28
2.4.3. Ölü Zamanlı Sistemler	29
2.4.4. İntegral sistemler	29
2.4.5. Türevsel Sistemler	29
2.5. Sistemlerde Gecikme ve Dengeleme Süreleri	30
2.6. Kontrol Edilebilirlik = T_g / T_u	31
2.6. Kontrol Üniteleri	32
2.6.1. Sürekli Olmayan Kontrol Üniteleri	32
2.6.2. Sürekli Kontrol Üniteleri	35
UYGULAMA FAALİYETİ	50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	51
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	53
3. KUMANDA VE KONTROL	53
3.1. Günlük Hayattaki Kumanda ve Kontrol Olayları	53
3.2. Kumandanın Anlamı ve Kumanda Örnekleri	53
3.3. Kontrol ve Kontrol Örnekleri	54
3.4. Kontrol Devresinin Temel Yapısı ve İşlevi	56
UYGULAMA FAALİYETİ	58
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	59
MODÜL DEĞERLENDİRME	61
CEVAP ANAHTARLARI	63
KAYNAKÇA	68

AÇIKLAMALAR

KOD	525MT0166
ALAN	Motorlu Araçlar Teknolojisi
DAL/MESLEK	İş Makineleri Bakım ve Onarımı
MODÜLÜN ADI	Kumanda Sistemleri
MODÜLÜN TANIMI	Kumanda sisteminin ayarlarını yapmak için gerekli olan bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir eğitim materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	PLC(Programlanabilir Lojik Kontrolör) modülünü başarmış olmak
YETERLİK	Kumanda sisteminin ayarını yapmak
MODÜLÜN AMACI	<p>Genel Amaç İş makinesinin katalog değerlerine uygun olarak, kumanda ve kontrol sisteminin kontrol ve ayarını doğru yapabileceksiniz.</p> <p>Amaçlar</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Kumanda sistemine uygun sensörleri kullanabileceksiniz.➤ Kontrol edilecek sistemleri doğru seçebilecek ve ayarlayabileceksiniz.➤ Kumanda ve kontrol sistemlerindeki sorunları giderebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	<p>Ortam: Kumanda tekniği laboratuvarları, sınıf, işletme, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı</p> <p>Donanım: Televizyon, DVD, VCD, tepegöz, projeksiyon, bilgisayar ve donanımları</p>
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde ve sonunda verilen çoktan seçmeli soruları cevaplandırarak kendinizi değerlendiriniz, sonuçlarını öğretmeninizle paylaşarak eksiklerinizi tamamlayabilmeniz için gereken bilgileri alınız.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Araç teknolojilerindeki gelişmelerin insanların daha rahat yaşamasında ve ilerlemesinde önemli etkileri vardır. Az enerji ile daha fazla iş yapabilen, daha güçlü, daha güvenli ve giderek daha akıllı iş makineleri üretmek bu makinelerin kullanıldığı sahalarda daha fonksiyonel olmalarını sağlamaktadır. Sanayide üretim sahasında kullanılan makinelerin çoğu kısmen tam otomatik veya yarı otomatik olarak çalışmaktadır. Üretilen iş makinelerinin yaygın kullanımları sanayideki gelişmelerden kaynaklanan ihtiyaçla ilgili olduğu kadar ekonomik, güvenilir, yüksek kaliteli, hızlı ve hassas olmaları ile de ilgilidir.

Günümüzde birbirleriyle yarışırasına her alanda teknolojik gelişmeler yaşanmaktadır. Bu teknolojik gelişmelerden bir tanesi de iş makinesi ve liman hizmet makinelerinde mikrobilgisayarın kullanılmasıdır. Böylece akıllı makineler üretilmeye başlanmıştır. Akıllı makinelerin geliştirilme amacı, insan hatalarına karşı insana yardımcı olmak ve hataları en aza indirmektir.

Otomobillerdeki; termostat yardımı ile ısı kontrolü, şarj dinamosunun ürettiği gerilimin sabitlenmesi, otomatik sabit hız kontrol sistemi, ABS vb. gibi işlevler otomatik kumanda ve kontrol tekniği sayesinde gerçekleştirilmektedir.

Mikrobilgisayarlı makinelerde, kumanda ve kontrol cihazlarına veya elemanlarına gereksinim vardır. Bu cihazların arızalanması makinelerin kumanda veya kontrolünün kısmen veya tümünden devre dışı kalmasına veya iş kazalarına yol açabilmektedir.

Bir sistemin otomatik kontrolü yapılırken, sistemin bulunduğu durumun her an bir sensör aracılığıyla izlenmesi ve sistemin çalışması gereken normal durumun dışına çıkılmadan sisteme kontrol ünitesi tarafından müdahale edilmesi gerekmektedir. (Örneğin; bir makinede bulunan motorun devir sayısının ölçümü, silindirlerin pozisyonunun belirlenmesi, bir sıvı seviye kontrolünde sıvı seviyesinin tespit edilmesi veya bir ısıtma sisteminde ısının izlenmesi vb. gibi). Bu açıdan bir kontrol işlemi için en önemli kısımlardan birisi sensör veya sensörlerin bulunduğu ölçme ünitesidir. O halde ilk olarak "Sensör Tekniği" konusunda bilgi sahibi olmak gerekmektedir!

Bu modülde kumanda ve kontrol elemanlarının neler oldukları, nasıl çalıştıkları ve nasıl ayarlandıkları konularında bilgiler verilecektir.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti ile sensörlerin çalışma prensipleri ve kullanım yerlerini öğreneceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çevrenizde bulunan işletme, fabrika, iş makineleri servislerinde hangi tür sensör kullanıldığını araştırınız. Bu sensörlerin hangi amaçla kullanıldığı konularında bilgi edininiz ve edindiğiniz bilgileri rapor haline dönüştürüp grubunuza sunum yaparak paylaşınız.

1. SENSÖRLER

Sensörler; insandaki duyu organlarından esinlenerek oluşturulan, çeşitli fiziksel büyüklükleri algılayan ve elektriksel sinyallere çeviren elemanlardır (Tablo1).

Duyu	Duyu organı	Teknikte kullanılan sensör	Algılanan büyüklük
Duymak	Kulak	Mikrofon	Ses
Görmek	Göz	Foto iyot, fototransistör,	Işık, çevre
Hissetmek	Deri, kaslar	Termometre, Strengçe	Isı, kuvvet
Koku almak	Burun	Gaz sensörleri	Gaz, duman

Tablo 1.1

Sensörlerin üretim yapan bir makinedeki kullanım yerleri tablo 2'deki gibi sıralanabilir.

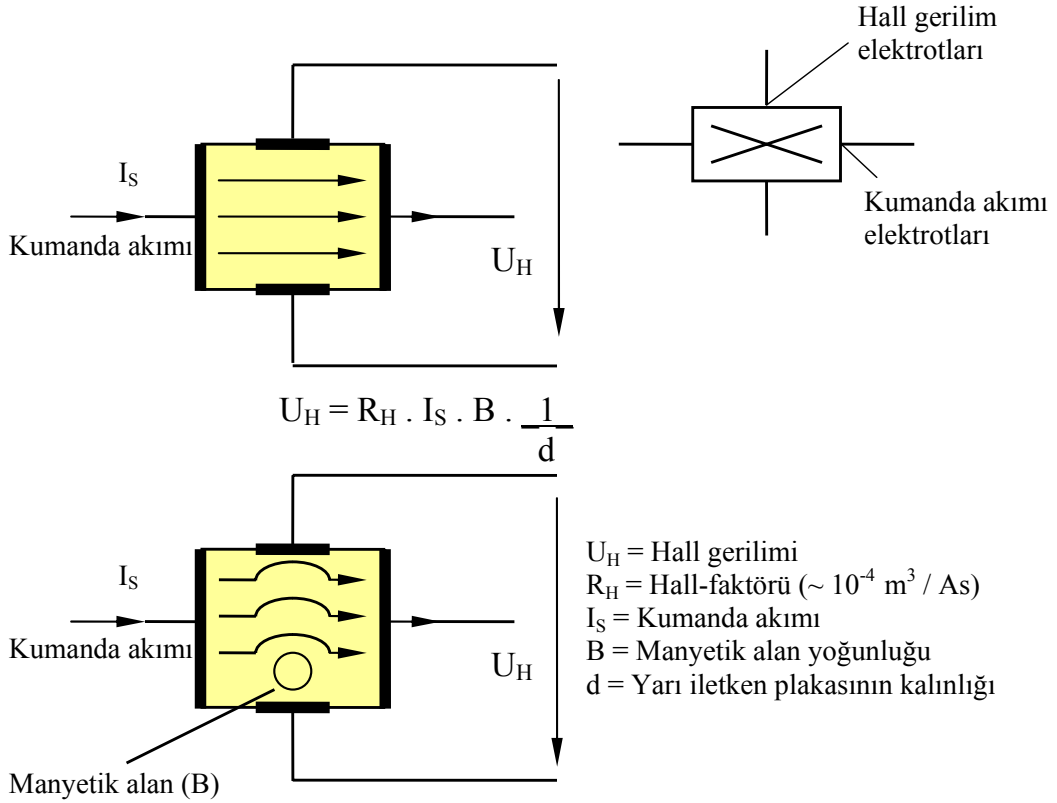
Ana mil	İşleme aleti	İş parçası	Motor	Yağlama ve soğutma sistemi
Yatak kuvveti	Kesme kuvveti	Pozisyon	Devir sayısı	Sıvı seviyesi
Titreşim	Aşınma	Sıkıştırma kuvveti	Güç	Basınç
Dönme momenti	Kırılma	Mevcudiyet	Gerilim	Isı
Şekil değişikliği	Isı	Biçim	Isı	Akı

Tablo 1.2

1.1. Manyetik Sensörler

Bu tip sensörlerin temel fonksiyon elemanları; manyetik alanı algılamaya yardımcı olan “Hall-Jeneratörü” ve “Manyetik Alan Plakası” dır (Şekil 1.1).

1.1.1. Hall-Jeneratörü



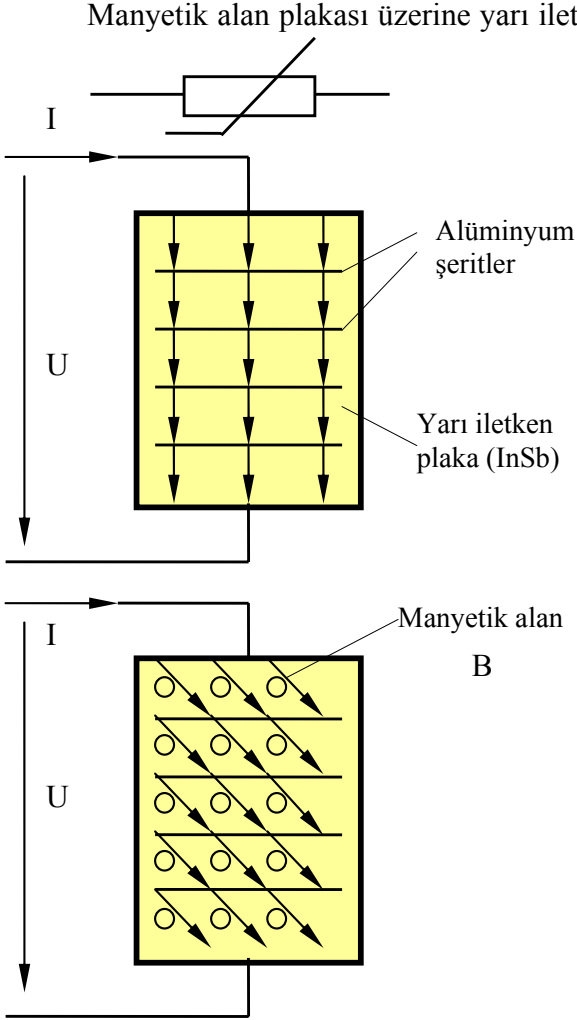
Şekil 1.1: Hall jeneratörü

Hall-Jeneratörünün çalışma prensibi Lorentz * kanununa dayanır. Manyetik alan olmadığında yarı iletken plakanın (İndiyum-Arsenik veya İndiyum-Antimon) içersindeki yük taşıyıcıları her bölgede aynı yoğunluktadır. Böylece herhangi bir gerilim oluşmaz. Plakaya dışarıdan manyetik alan etki ettiğinde yük taşıyıcıları yörüngelerinden sapar. Bu durumda yan kontaklardan birinde yük taşıyıcı fazlalığı, diğerinde yük taşıyıcı azlığı meydana gelir. Yani bu bir potansiyel farkıdır ve “Hall” gerilimi olarak adlandırılır.

Manyetik alana bağlı olarak oluşan bu gerilimin büyüklüğü; yük taşıyıcılarının hareketliliği ile yoğunluklarına (R_H), kumanda akımına (I_S), manyetik alan yoğunluğuna (B) ve yarı iletken plakanın kalınlığına (d) bağlıdır.

* Lorentz kanunu: Hareket halindeki yük taşıyıcıları manyetik alana maruz kaldıklarında yönlerinden sapar.

1.1.2. Manyetik Alan Plakası



Manyetik alan plakası üzerine yarı iletken tabaka (InSb=İndiyum-Antimon) sürülmüş, dikdörtgen şeklinde seramik bir taşıyıcı plakadan oluşur ve bu yarı iletkenin içinde çok küçük aralıklarla metal şeritler bulunur (Şekil 1.2).

Bu metal şeritler akım yönüne dik olarak bulunduklarından akım geçişini engellemez.

Dış manyetik alan olduğunda Lorentz kuvveti yük taşıyıcılarını saptırarak yollarını uzatır. Bu ise akıma karşı zorluk ve plakanın direncinin artması demektir.

Oluşan direnç manyetik alan kuvvetine bağlı olarak değişir. Manyetik alanda meydana gelen değişim ilave bir devre yardımıyla (bir dirençle seri bağlanarak veya köprü devrede kullanılarak) gerilime çevrilebilir.

Manyetik alan plakalarının dirençleri 1Ω ile 1000Ω arasındadır.

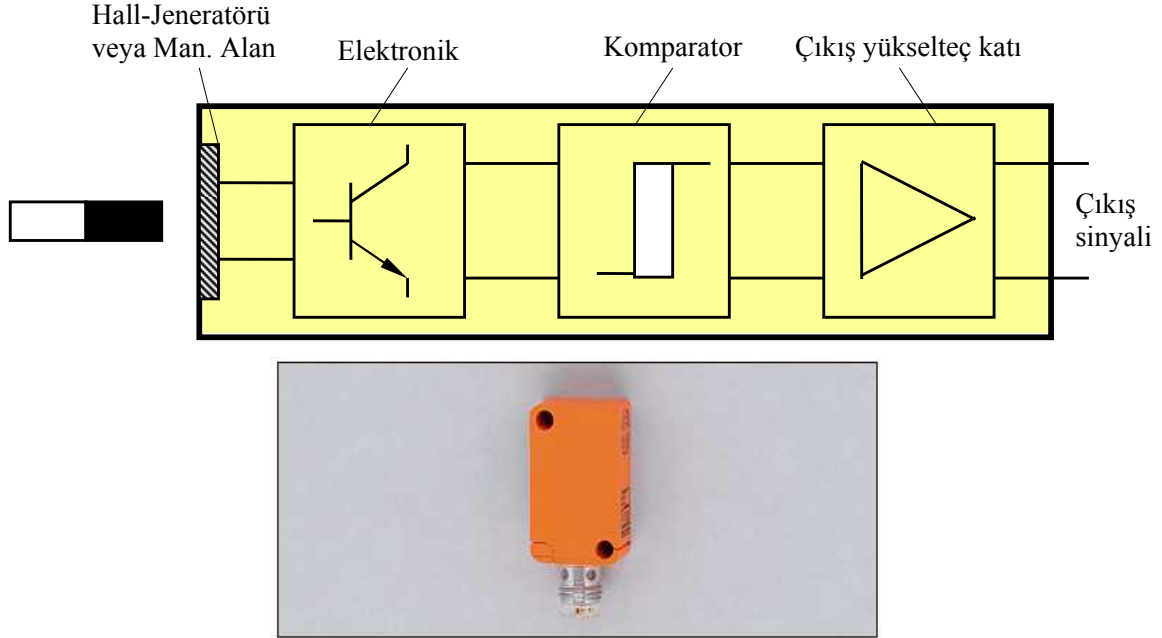
Manyetik alan plakaları büyük ölçüde ısıya bağımlıdır. Bu yüzden içinden geçen akımın ısı yaratmamasına ve bulundukları çevrede aşırı ısıya maruz kalmamalarına dikkat edilmelidir.

Şekil 1.2: Manyetik alan plakasının yapısı

➤ Hall-Jeneratörü ve manyetik alan plakalarının kullanıldıkları yerler

- Manyetik alan yoğunluğunun ölçülmesinde,
- Manyetik alan tespitinde,
- Sıva ve toprak altı iletken hatlarının tespitinde,
- Sensör olarak otomasyon tekniğinde; örneğin silindir pozisyonlarının tespitinde kullanılır.

Bir manyetik sensörün iç yapısı şekil 1.3’te blok şema olarak gösterilmiştir;



Şekil 1.3: Manyetik sensörün iç yapısı

Manyetik alana sahip bir nesne sensöre yaklaştığında, Hall-Jeneratörü (veya manyetik alan plakası) sayesinde algılama gerçekleşir. Müteakip elektronik devrede uygun yükseklikte gerilim seviyesine çevrilir ve bu seviye bir komparator (karşılaştırıcı) tarafından değerlendirilerek çıkış katına sinyal gönderilir. Çıkış katında anahtarlama işlemi yapılarak sensör çıkış sinyali elde edilir. Ayrıca çıkış katında kısa devre ve aşırı akımdan koruma düzeni bulunmaktadır. Tablo 1.3’te örnek olarak bir manyetik sensörün karakteristik özellikleri görülmektedir.

Tablo 1.3:Manyetik sensörün karakteristik özellikleri

Algılama mesafesi s_n	60 mm, montaja bağlı
Algılama aralığı (Histeresiz alanı) H	% 1
Besleme gerilimi	10....60 V DC, üç bağlantı kablolu, (+)
Besleme gerilim toleransı	\pm % 10
Anahtarlama frekansı	400 Hz
Çıkış akımı	daimi akım 200 mA, kısa devre korumalı
Sukünet akımı	< 15 mA
Hazır olma süresi	yakl. 50 ms
Algılama göstergesi	LED
Çevre ısısı	- 25 + 75° C

Not :

Algılama mesafesi s_n : Sensörün algılama yapabileceği maksimum uzaklıktır.

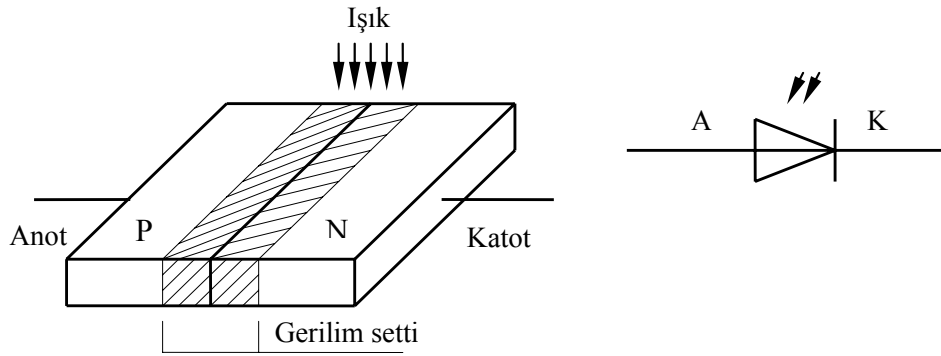
Algılama aralığı (Histeresiz alanı) H :Manyetik alana sahip nesnenin sensörün aktif yüzeyine yaklaşırken varlığının hissedildiği çekme noktası ile uzaklaşırken bırakma noktası arasındaki mesafedir. Bu sensörde algılama aralığı, algılama mesafesinin % 1' dir. İstenildiğinde fabrikasyon olarak algılama aralığı az veya çok yapılabilir.

Anahtarlama frekansı: Sensörün saniyede gerçekleştirebileceği açıp kapama sayısıdır (Hz)

1.2. Optik Sensörler

Bu tip sensörlerin temel fonksiyon elemanları; fotodiyotlar ve fototransistörlerdir.

1.2.1 Fotodiyotlar



Şekil 1.4: Fotodiyodun yapısı ve sembolü

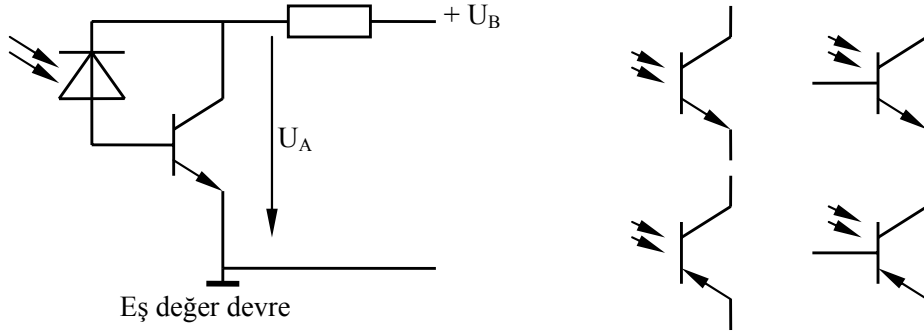
Fotodiyotlar PN birleşim bölgelerine ışık düşecek şekilde yapılmış yarı iletken diyetlerdir ve daima **ters polarmada** çalıştırılır.

Fotodiyotlar karanlık ortamda yalıtıcıdır, yani sadece ihmal edilebilecek küçük bir sızıntı akımı akar. Fotodiyot üzerine ışık geldiğinde, gerilim setti bölgesinde, iç fotoelektrik olayına göre yük taşıyıcıları serbest hale geçer ve böylece fotodiyot iletme gider. Ters yönde akan akım ışık şiddeti ile doğru orantılıdır.

Bir fotodiyot besleme gerilimi olmaksızın çalıştırıldığında ise, aydınlık ortamda uçlarında gerilim oluşur (- kutup N, + kutup P maddesinde olmak üzere). O halde bir fotodiyot güneş pili gibi de çalışabilir.

Fotodiyotların spektral hassasiyetleri mo rötesinden (Ultraviolet) başlayıp, kızıl ötesi (Enfraruj) ışın sahasına kadar uzanmaktadır. Silisyum fotodiyot veya fototransistörün görülebilir ışığa reaksiyonu maksimum %75 civarlarındadır ve en hassas olduğu bölge kızıl ötesi ışığın olduğu bölgedir. Germanyum fotodiyot veya fototransistör ise görülebilir ışığa hemen hiç reaksiyon göstermez, fakat kızıl ötesi ışınlarla karşı hassasiyeti en yüksek seviyededir.

1.2.2 Fototransistörler



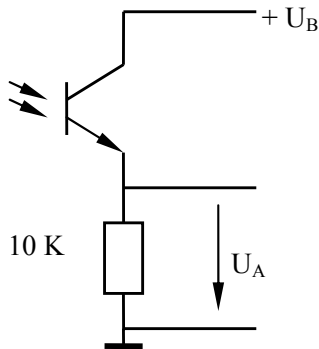
Şekil 1.5: Foto transistor ün yapısı ve sembolü

Fototransistörler baz-kolektör birleşim bölgesine ışık gelecek şekilde yapılmış normal NPN ve PNP transistörlerdir. Ön yüzlerinde ışık algılama pencerecikleri veya ışık odaklama mercekleri bulunmaktadır.

Bir fototransistör; bir foto diyot ile normal transistörden oluşan eş değer devre gibi düşünülebilir. Üzerine ışık geldiği zaman iç fotoelektrik olayı gereğince baz kolektör birleşim bölgesinde yük taşıyıcıları serbest hale geçer ve bu yük taşıyıcıları tarafından oluşturulan akım

Baz akımı gibi etki yaparak transistörü ilettime götürür. Baz akımı ışık şiddeti ile doğru orantılı olarak artar, transistörü daha çok ilettime götürür.

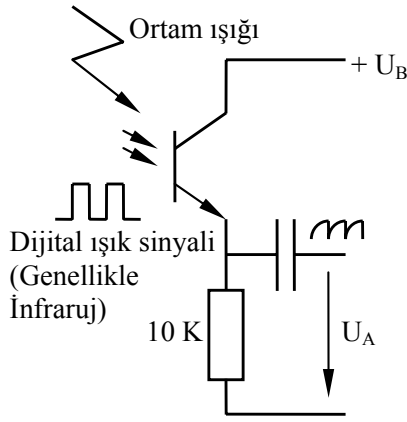
Fototransistörlerde baz bağlantı ucuna genellikle gerek duyulmaz, fakat baz ucu çalışma noktasının ayarlanmasını kolaylaştırır. Bu yüzden fototransistörler; baz uçlu veya baz uçsuz olarak piyasaya sunulmaktadır.



Şekil 1.6'daki örnek devrede baz ucu kullanılmadığı için çalışma noktası sıfırdır. Yani fototransistör ışık ya da ışık sinyali almadığı sürece çıkış gerilimi U_A sıfırdır ve ışık ya da ışık sinyali geldiğinde ise besleme gerilimine kadar yükselebilir.

Burada vericiden gönderilen ışık siyalinin yan ısıra ortam ışığı da transistörün iletkenliğini etkileyerek çalışma noktasının kaymasına ve hatalı algılamalara sebep olabilir. (Dikkat!)

Şekil 1.6: Baz uçsuz foto transistorler



Şekil 1.7'deki devrede ise vericiden gönderilen sinyalin dijital ışık sinyali halinde gönderilmesine ve bu AC sinyalin gönderilen ışın frekansına uygun değerde seçilen bir kondansatör ile değerlendirme katına, çıkış sinyali olarak aktarılmasına örnek verilmiştir.

Burada ortam ışığının fototransistörü etkileyerek çalışma noktasının kaymasının, dijital sinyalin algılanmasında bir rolü kalmamıştır. Çünkü sadece değişken ışık sinyali kondansatör tarafından aktarılmaktadır. Çalışma noktasının kayması DC değişiklik demektir ve kondansatör tarafından aktarılmaz.

Şekil 1.7: Foto transistor ün dijital ışık sinyali ile tetiklenmesi

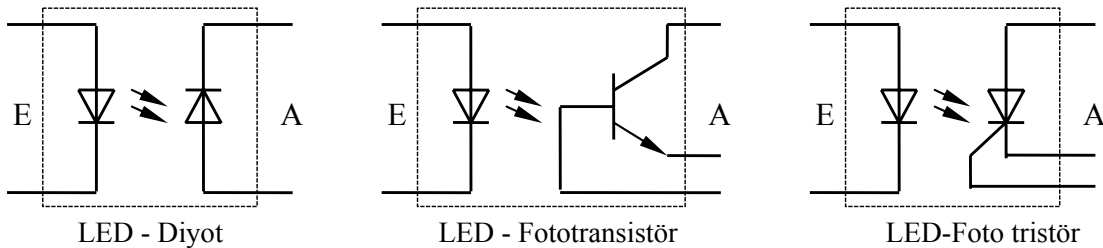
Ayrıca fotodiyot veya fototransistörlerin ön kısımlarına, ortam ışığının etkisini azaltmak amacıyla normal ışığı hemen hiç geçirmeyen fakat IR ışınlarını geçiren, çok koyu mor renkli koruyucu plaka yerleştirilmektedir.

Burada dijital sinyal olarak gelen ışın, kondansatörden geçtikten sonra e-fonksiyonlu zayıf bir sinyale dönüşmektedir. Bu sinyal yeterli şekilde yükseltilerek bir Schmitt-Trigger devresinden geçirilerek tekrar keskin kenarlı orijinal hale getirilmektedir.

1.2.3 Optik Aktarıcılar (Opto-Koppler)

Bir ışık gönderici ve bir ışık alıcıdan oluşan ortak devreye optik aktarıcı denir. Işık gönderici olarak kızıl ötesi (IR) sahada çalışan veya görülebilir ışık veren LED' ler, ışık algılama için ise fotodiyot, fototransistör veya fototristörler kullanılmaktadır (Şekil 1.8). Entegre devre şeklinde yapılmış olan aktarıcılardan LED- FOTOTRANSİSTÖR çifti en fazla kullanılan aktarıcı tipidir.

Işık algılayıcı, ışık göndericinin gönderdiği ışığı alır ve böylelikle giriş (E) ile çıkış (A) arasında optik bir aktarma gerçekleşmiş olur. Giriş akımındaki değişiklikler gönderilen ışık şiddetinin değişmesine, algılanan ışığın değişmesine ve böylece çıkış akımının değişmesine sebep olur.



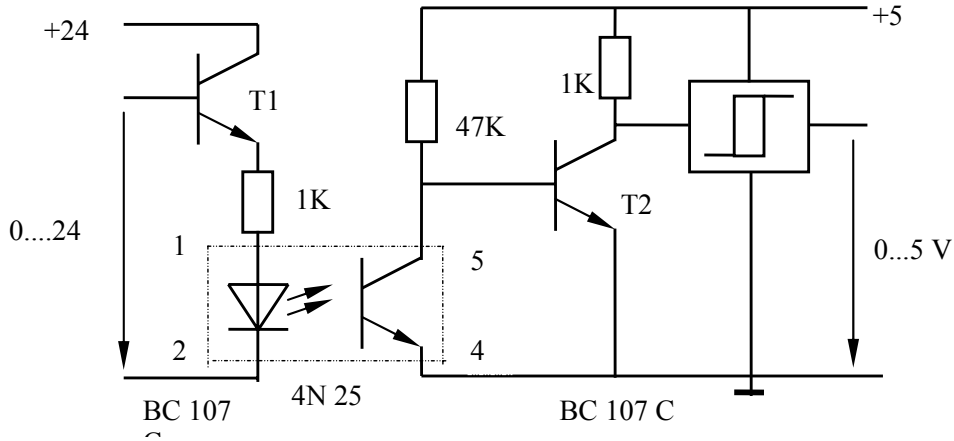
Şekil 1.8: Optik aktarıcılar

➤ Optik aktarıcılarının kullanım yerleri ve önemi

Optik aktarıcılar, sinyal seviyeleri aynı (Örn. 5 V --- 5 V) ya da sinyal seviyeleri farklı (Örn. 24 V --- 5 V veya 5 V --- 24 V) sistemleri birbirlerine optik olarak bağlamada ve sinyal aktarmada kullanılır.

Hassas ve pahalı bir elektronik devreden (PC, Mikroişlemci, PLC gibi), yüksek güç ve voltajla çalışan güç ünitelerine sinyal aktarmada da optik aktarıcılardan yararlanılır. Sistemlerin birbirleri ile hiçbir iletken bağlantısı olmaksızın, optik olarak (10 Mhz' e kadar hızlılıkta) sinyal aktarılması nedeniyle hassas ve pahalı olan sistem, güç ünitesinde doğabilecek olan arıza ve tehlikelerden de otomatik olarak korunmuş olur.

Şekil 1.9'da PLC sisteminden (24 V) TTL devresine (5 V) 4N 25 optik aktarıcı ile sinyal aktarma örnek devresi görülmektedir.



Şekil 1.9: Optik aktarıcı ile sinyal aktarma devresi

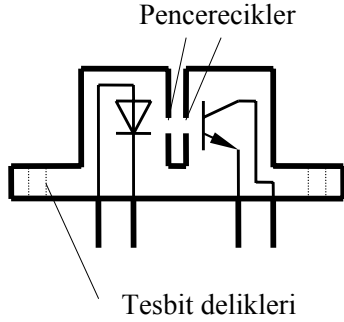
➤ Devrenin Çalışması

PLC sisteminden “0” sinyali geldiğinde kolektör tipi bağlanmış olan T1 transistörü yalıtkan kalır ve LED ışık gönderemez. Fototransistör ışık alamadığı için yalıtkan kalır, kolektör potansiyeli yükselir. Böylece T2 transistörü 47K direnç üzerinden yeterli baz polarması alarak iletken olur, kolektör potansiyeli sıfıra düşer ve schmitt-trigger çıkışı da “0” olur.

PLC sisteminden “1” sinyali (24 V) T1 transistörü iletken olur ve LED ışık göndermeye başlar. Fototransistör bu ışığı alarak iletken olur, Kolektör potansiyeli sıfıra düşer. Böylece T2 transistörünün baz polarması sıfır olduğu için yalıtkan olur, Kolektör potansiyeli 5 V’ çıkar ve schmitt-trigger çıkışı da böylece “1” olur.

Burada transistörler anahtarlama çalışması yapmaktadır. Ayrıca çıkışta schmitt-trigger kullanılmasının amacı; transistörlerin baz-kollektör arasındaki kaçak kapasitenin, aktarılacak

sinyalin frekansı arttıkça etkin hale gelmesi sonucunda tipik e-fonksiyonlu bir sinyal elde edilmesi ve bu sinyalin tekrar TTL devresine uygun keskin kenarlı hale getirilmesidir.



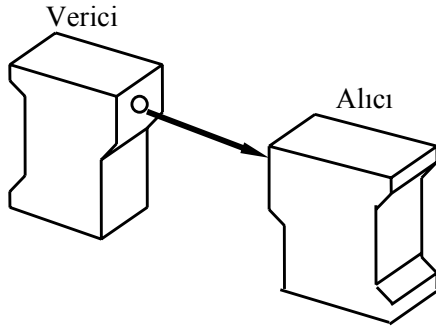
Ayrıca optik aktarıcıların çatal tipleri mevcuttur (Şekil 1.10). Bu tip optik aktarıcılarla motorların devir sayıları ölçülebilmektedir. Örneğin; motor miline bir disk takılır ve bu disk üzerine bir delik delinir.

Böylece fototransistör her turda bir kere LED' in gönderdiği ışığı alarak puls yaratır ve bu pulslerle devir sayacı sürülür. Yan tarafta çatal optik aktarıcı görülmektedir

Şekil 1.10: Çatal optik aktarıcı

1.2.4 Işık Bariyerleri

➤ Tek yönlü ışık bariyeri



Tek yönlü ışık bariyerinde ışık gönderici ve alıcısı ayrı ayrı monte edilmiştir (Şekil 1.11).

İki tarafta da pencere ve odaklama mercekleri bulunur. Alıcı gönderilen ışığı aldığı sürece reaksiyon gösterilmez.

Bariyerin arasına ışığı engelleyen bir cisim girdiğinde alıcı anahtarlama yapar.

Şekil 1.11 Tek yönlü ışık bariyeri

➤ Avantajları

- Saydam olmayan tüm nesneleri güvenilir bir şekilde algılar.
- Uygun mercek ve verici güçleri ile daha uzaktan algılama olanağı sağlanabilir.
- Küçük nesnelerin algılanması mümkündür.
- Karlı, yağmurlu ve tozlu ortamlarda güvenli olarak çalışır.

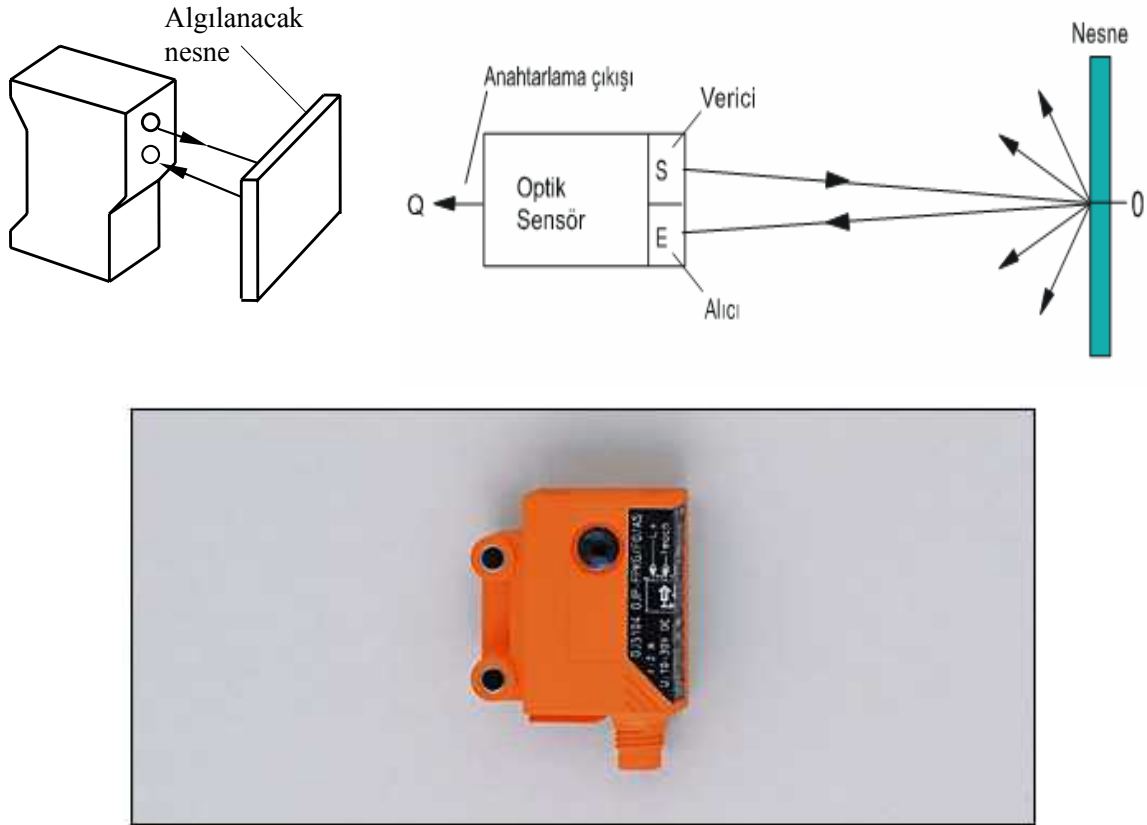
➤ Mahsurları

- Bir ışık bariyeri için iki ayrı cihaz monte etmek gereklidir.
- Saydam nesneler için uygun değildir.
- Verici ve alıcı montaj açısından çok iyi ayarlanmalıdır.
- Serpinti ve yabancı ışık kaynaklarından etkilenebilir.

➤ **Kullanım yerleri**

Tehlikeli makinelerin çevresinde güvenlik bariyeri olarak, otopark girişlerinde araç saydırma işlemlerinde, üretim bantlarında üretilen malın sayımında, alarm sistemlerinde vb. yerlerde kullanılır.

➤ **Yansımali ışık bariyeri (Optik yaklaşım sensörü)**



Şekil 1.12

Yansımali ışık bariyerinde verici ve alıcı tek bir kap içerisinde bulunur ve algılanacak nesnenin kendisi bir reflektörü oluşturur (Şekil 1.12).

Sensörün önünde bir nesne bulunmuyorsa, gönderilen ışın geri dönemez. Alıcı bu ışığı alamadığı için reaksiyon göstermez. Sensörün önüne bir nesne yaklaşırsa, gönderilen ışın bu nesneden yansıyıp alıcı üzerine geri gelir. Bu anda sensör anahtarlama yapar.

➤ **Avantajları**

- Verici ve alıcı tek bir kap içersine monte edilmiştir.
- Montajda mekaniksel ayara gerek duyulmaz.
- Tüm yansıma yapan (saydam olanlar bile) nesnelerin algılanması mümkündür.

➤ **Mahsurları**

- Algılama mesafesi algılanacak nesnenin yansıtma özelliğine bağlıdır.
- Bu sebepten algılama mesafesi azdır (1 m civarında).
- Arka cephe algılanacak nesneden daha çok yansıtma özelliğine sahipse, nesnenin algılanması zorlaşır.

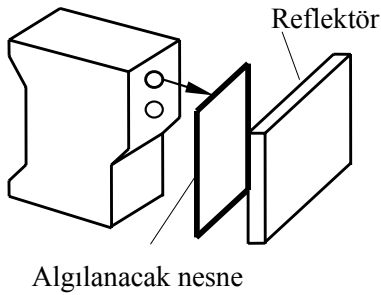
➤ **Kullanım yerleri**

Yaklaşım anahtarı olarak otomatik kapılarda, üretim bandında üretilen malın sayımında alarm sistemlerinde vb. yerlerde kullanılır.

➤ **Reflektörlü (yansıtma ışıklı) ışık bariyeri:**

Yansıtma ışıklı ışık bariyerinde de verici ve alıcı tek bir kap içinde olup karşısında bir reflektör bulunur. Sensörle reflektör arasında bir nesne bulunmuyorsa, gönderilen ışın geri döner ve alıcı bu ışığı aldığı sürece reaksiyon göstermez.

Ancak sensör ile reflektör arasına bir nesne girdiğinde, gönderilen ışın engellenir ve alıcı üzerine geri gelemez. Bu durumda sensör anahtarlama yapar (Şekil 1.13).



➤ **Avantajları:**

- Basit ve kolay monte edilir.
- Nesne ışık geçişini zayıflattığı için saydam cisimlerin de algılanması mümkündür.
- Uygun bir reflektörle ayar kolayca yapılır.

Şekil 1.13

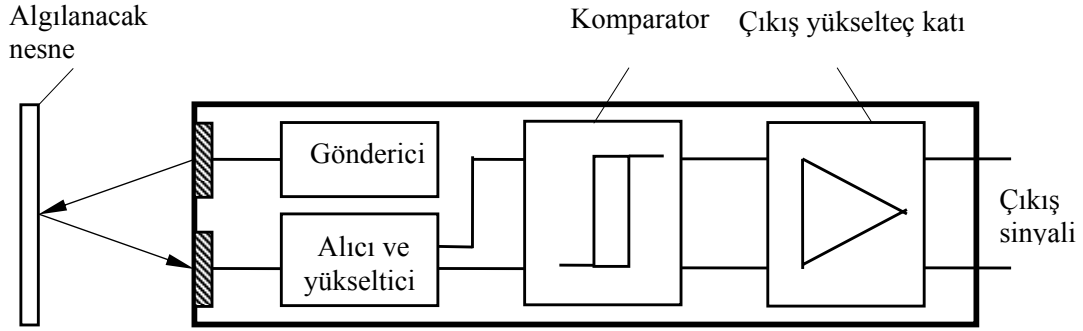
➤ **Mahsurları**

- Parlak nesneler yanlış algılamalara neden olabilir.
- Sistem toz, yağmur ve kardan etkilenebilir.
- Reflektöre yakın olan nesneler reflektörden büyük olmalıdır.

➤ **Kullanım yerleri**

Üretim bandında üretilen malın sayımında, alarm sistemlerinde vb. yerlerde kullanılır.

Bir yansıtma ışıklı optik sensörün iç yapısı şekil 1.14’te blok şema olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.14: Yansıtma ışıklı optik sensörün iç yapısı

Algılanacak nesne sensöre yaklaştığında, göndericiden çıkan ışın nesne tarafından geriye yansıtılır ve bu yansıyan ışık alıcı yüzeye geri döner.

Böylece ışının algılanması gerçekleşir ve elektronik devrede uygun yükseklikte gerilim seviyesine çevrilir ve bu seviye bir komparator (karşılaştırmacı) tarafından değerlendirilerek çıkış katına sinyal gönderilir.

Çıkış katında anahtarlama işlemi yapılarak sensör çıkış sinyali elde edilir. Ayrıca çıkış katında kısa devre ve aşırı akımdan koruma düzeni bulunmaktadır.

Bu tip bir sensörün karakteristik özellikleri tablo 1.4'te görülmektedir.

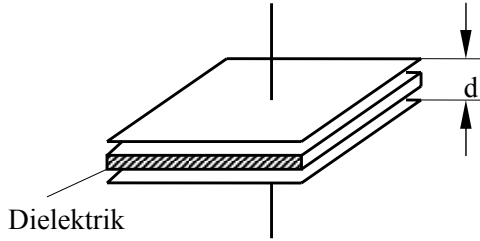
Algılama mesafesi s_n	200 mm, potansiyometre ile ayarlanabilir
Standart algılama plaka ölçüsü	200 mm x 200 mm, beyaz
Algılama aralığı (Histeresiz alanı) H	< % 15
Besleme gerilimi	10....30 V DC
Besleme gerilim toleransı	± % 10
Anahtarlama frekansı	< 300 Hz
Çıkış akımı	Daimi akım 100 mA, kısa devre ve aşırı yük korumalı
Sukünet akımı	< 40 mA
Hazır olma süresi	yakl. 50 ms
Algılama göstergesi	sarı LED
Çevre ısısı	- 25 ... + 55° C

Tablo 1.4

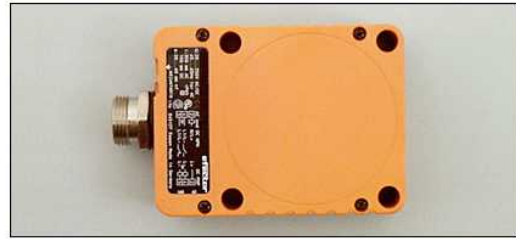
Not :Burada algılama mesafesi 200 mm x 200 mm ölçüsündeki standart plaka ile tespit edilmiş olup daha küçük ölçülerdeki nesnelerin algılanmasında mesafe azalabilir. Ayrıca gönderilen ışık nesne tarafından ne kadar çok absorbe ediliyorsa, algılama açısı o kadar küçülür. Yansıtma özelliği iyi olan malzemeler daha uzaktan algılanır.

1.3. Kapasitif Sensörler

➤ Çalışma prensibi



$$C \sim 1 / d$$
$$C = \epsilon_0 * \epsilon_r * A / d$$



Şekil 1.15:Kapasitif sensör

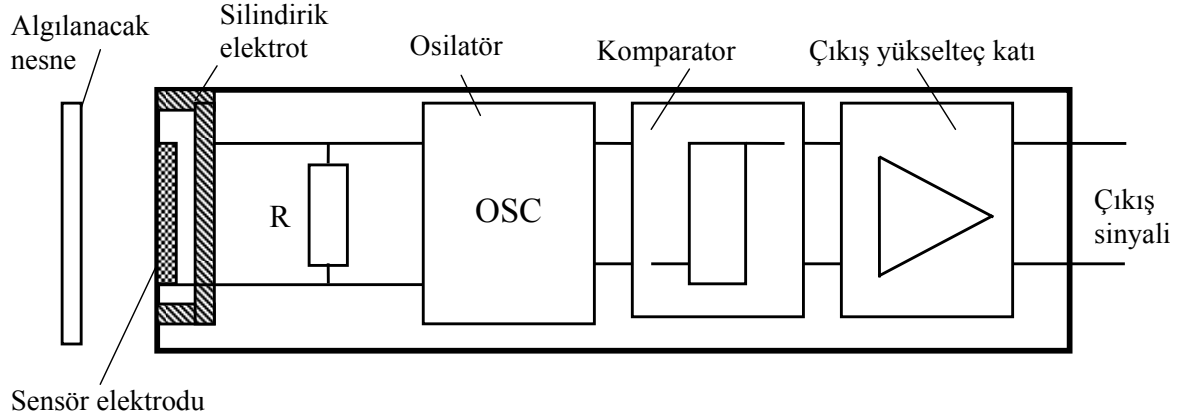
Fiziksel büyüklüklerin elektriksel sinyale çevrilmesinde kapasite değişiminden yararlanılır (Şekil 1.15). Bu kapasite değişimi iki yolla yapılmaktadır.

- Bir plaka sabit ve diğeri hareketli olmak üzere, plakalar arası mesafe (d) değiştirilmek suretiyle kapasite değişimi sağlanabilir.(Elektronik kapasitif teraziler buna bir örnek olarak verilebilir.)
- Algılanacak nesne dielektrik elemanını (bilindiği gibi; her maddenin bir dielektrik katsayısı vardır ---> ϵ_r) oluşturacak şekilde kapasite değişimi sağlanabilir. Kapasitif yaklaşım sensörlerindeki fonksiyon buna dayanmaktadır.
- **Avantajları**
 - Yüksek doğrusallığa sahiptir.
 - Yüksek hassasiyete sahiptir.
 - Manyetik serpinti alanlardan etkilenmez.
 - Elektriksel serpinti alanlardan faraday kafesi (yalıtım) ile korunabilir.
- **Mahsuru**
 - Kapasite değişimleri çok küçüktür (pf seviyesinde). Bu nedenle FET ve OPAMP ile yapılan hassas özel yükseltici devrelere gerek vardır.

➤ **Kullanım yerleri**

- İletken olmayan plastik, tahta, cam, porselen vb. cisimlerin algılanmasında,
- İletken olan metalden yapılmış cisimleri algılamak için sanayide kullanılır.

Bir kapasitif yaklaşım sensörünün iç yapısı şekil 1.16'da blok şema olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.16: Şekil 1.15:Kapasitif sensörün iç yapısı

Kapasitif sensörün aktif elemanı bir sensör elektrodu ve bir de silindirik elektrottan oluşur. Bu iki elektrot, birlikte bir kondansatörü oluşturur. Algılanacak nesne sensöre yaklaştığında, bu nesnenin dielektrik katsayısı oranında kondansatörün kapasitesi artar. Bir RC-osilatörü ancak kapasitenin belli bir değere yükselmesiyle çalışmaya başlayacak şekilde akort edilmiştir ve osilasyona başlar. Osilatörün çalışması bir komparator tarafından değerlendirilerek çıkış katına sinyal gönderilir. Çıkış katında anahtarlama işlemi yapılarak sensör çıkış sinyali elde edilir. Sensörün önünde herhangi bir nesne olmadığı sürece kondansatörün kapasitesi çok küçük olup osilatörü çalışmaya başlatamaz ve böylece çıkış sinyali alınmaz. Bir kapasitif sensörün karakteristik özellikleri tablo 1.5'te görülmektedir.

Tablo 1.5: Kapasitif sensörün karakteristik özellikleri

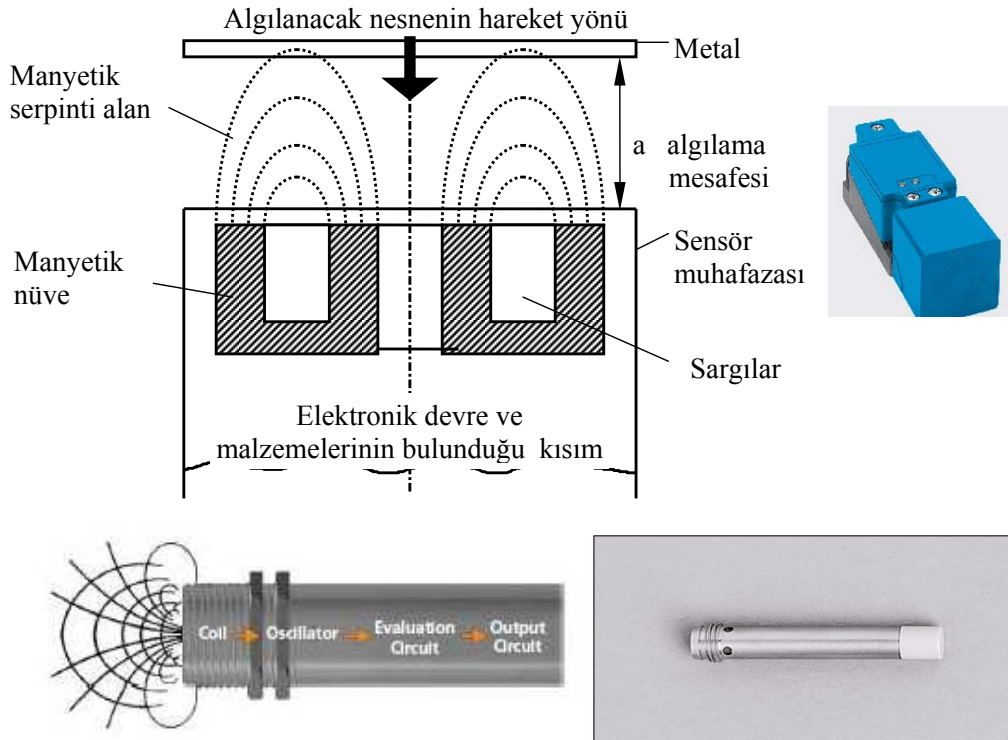
Algılama mesafesi s_n	2 mm ... 8 mm, potansiyometre ile ayarlanabilir
Algılama aralığı (Histeresiz alanı) H	< 1 mm
Besleme gerilimi	10 ... 30 V DC
Besleme gerilim toleransı	< % 10
Anahtarlama frekansı	100 Hz
Çıkış akımı	Daimi akım 300 mA, kısa devre korumalı
Sukünet akımı	yakl. 10 mA (24 V DC besleme geriliminde)
Hazır olma süresi	yakl. 100 ms
Algılama göstergesi	LED
Çevre ısısı	- 30 ... + 70° C

Not: Algılanacak maddenin çeşidine göre algılama mesafesi (sn) değişmektedir.
Örneğin: Su 1 x sn. Cam 0,5 x sn. Seramik 0,25 x sn. PVC 0,2 x sn.

1.4. İndüktif Sensörler

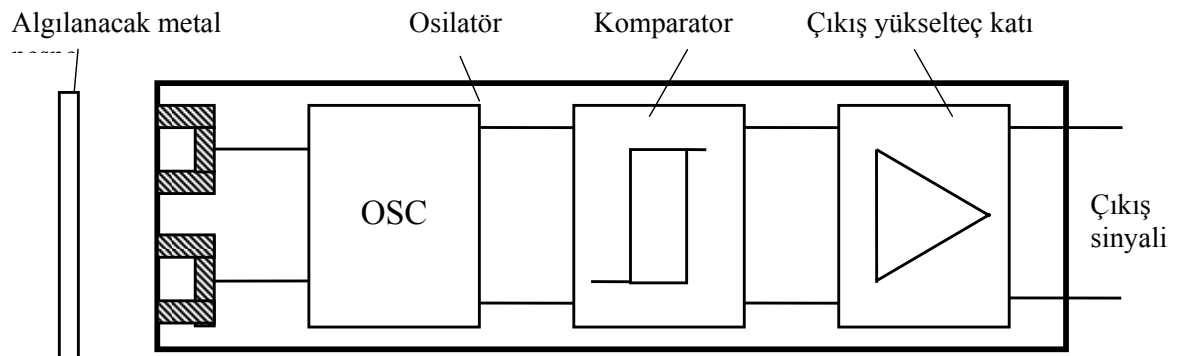
➤ Çalışma prensibi

Fiziksel büyüklüklerin elektriksel sinyale çevrilmesinde manyetik alandan da yararlanılır (Şekil 1.17).



Şekil 1.17:İndüktif sensör

Endüktif sensörünün iç yapısı şekil 1.18’de blok şema olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.18:İndüktif sensörün iç yapısı

Sensör içersinde bulunan osilatör elektromanyetik değişken bir alan üretir ve bu alan sensörün aktif yüzeyinden çıkarak ön tarafına yayılır.

Elektriksel iletken olan bir nesne (metal) sensöre yaklaştırılırsa, elektromanyetik değişken bir alana girdiği için üzerinde gerilim indüklenerek içersinde fuko akımları oluşur. Böylece osilatör daha çok akım çeker ve amplitüd (gerilim seviyesi) düşer.

Amplitüdün düşmesi bir komparator tarafından değerlendirilerek çıkış katına sinyal gönderilir. Çıkış katında anahtarlama işlemi yapılarak sensör çıkış sinyali elde edilir.

Sensörün önünde herhangi bir metal nesne olmadığı sürece bu amplitüd aynı seviyede kalır ve komparator reaksiyon göstermediği için çıkış sinyali alınmaz.

Aşağıdaki tabloda örnek olarak bir indüktif sensörün karakteristik özellikleri görülmektedir.

Tablo 1.6

Algılama mesafesi s_n	5 mm, montaja bağlı
Algılama aralığı (Histeresiz alanı) H	% 5
Standart algılama plaka ölçüsü	1 mm kalınlıkta Fe, 18 mm x 18 mm
Besleme gerilimi	10 - 60 V DC
Besleme gerilim toleransı	\pm % 10
Anahtarlama frekansı	200 Hz
Çıkış akımı	Daimi akım 400 mA, kısa devre korumalı
Sukünet akımı	< 0.15 mA
Hazır olma süresi	yakl. 100 ms
Algılama göstergesi	LED
Çevre ısısı	- 25 ... + 70° C

Not:

İndüktif sensörler manyetik alan yayan elemanlara da reaksiyon göstermektedir (örn. doğal mıknatıs, kuvvetli bir elektromıknatıs gibi). Ayrıca metal çeşidine göre algılama mesafesi (s_n) değişmektedir.

Örneğin:

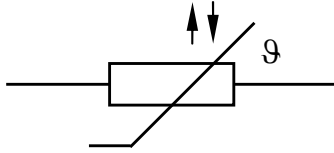
Alüminyum	: 0,3 x s_n
Bakır	: 0,2 x s_n .
Krom-Nikel	: 0,9 x s_n .
Prinç	: 0,4 x s_n .

➤ Önemli Uyarı

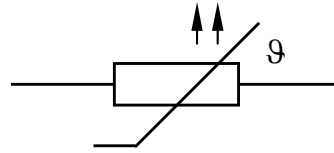
Tüm sensörlerin piyasada değişik tipleri ve özellikleri (örn. algılama mesafeleri değişik büyüklükte) olan türleri mevcuttur. Bu dokümanda verilen karakteristik örnekler PEPPERL+FUCHS firmasının ürettiği sensörlerden alınmıştır.

1.5. Isı Sensörleri (Isı Ölçümü)

Herhangi bir ortamdaki ısıнын ölçümü „Termistör“ denilen NTC ve PTC ısıya bağımlı dirençler vasıtası ile yapılmaktadır. Fakat bilindiği gibi termistörlerin karakteristik eğrileri doğrusal (lineer) değildir yani ısıya göre direnç değişimi doğrusal değildir. Bu sebepten ısıнын elektriksel sinyale çevrilmesi de doğrusallık taşımamaktadır ve zorluklar yaratmaktadır.



Şekil 1.19: NTC sembolü



Şekil 1.20: PTC sembolü

NTC ve PTC ısı dirençleri bundan dolayı basit kumanda işlerinde kullanılır. Örneğin: Elektronik termostat olarak bir ortam ısısını belli bir sıcaklık aralığında sabit tutmak üzere görev yapabilir.

Ayrıca motor, jeneratör veya transformatör gibi sistemleri korumak amacı ile termik devre açıcı sistemlerde kullanılırlar.

Motorun, jeneratörün veya transformatörün üzerine monte edilerek, aşırı yüklenmede ısıнын artışıını hissederek devreyi açar ve sistemi korur.

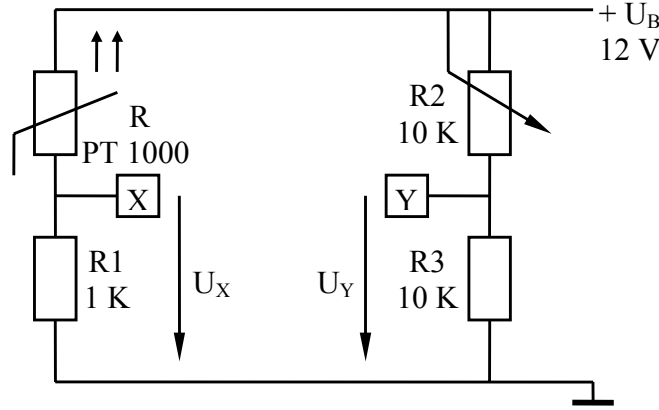
Fakat metal dirençlerin ısıya göre direnç değişimleri doğrusaldır. Bu nedenle ısıнын elektriksel sinyale çevrilmesinde metal dirençler kullanılmaktadır. Piyasada iki tip ısı sondası bulunmaktadır.

- **PT 100** (PT = Pozitif ısı katsayısı, yani PTC davranışlı ısı direnci, 100 rakamı ise direncinin 20° C’ de 100Ω olduğunu ifade eder.)
- **PT 1000** (PT = Pozitif ısı katsayısı, yani PTC davranışlı ısı direnci, 1000 rakamı ise direncinin 20° C’ de 1000Ω olduğunu ifade eder.)

Sıfır derecenin altındaki (negatif değerler) ve üstündeki (pozitif değerler) ısı değerlerinin elektriksel sinyale çevrilebilmesi için, ısı ölçme direncinin kendisi bir köprü direncini oluşturacak şekilde köprü devre kullanılmalıdır.

Isı ölçme direnci, elektronik değerlendirme devresinden uzak yerleştirilmesi gerektiğinde küçük ısı değişimlerinde direnç değişimi de çok küçük olacağından, ısı direncine giden iletken hatlarının direnci de devreye girerek ölçme hatalarına sebep olabileceğinden, iletken hatlarının direnci kompanse edilmelidir.

➤ **Deney devresi ve örnek hesaplama**



Şekil 1.21: Isı değerini elektriksel değere çevirme deney devresi

Isı değerini elektriksel değere çevirme (Şekil 1.21)

Metal dirençlerin sıcaklık katsayıları hemen hepsinde yaklaşık 0,004 1 / K civarındadır.

Bu demektir ki; 1000Ω' luk bir diren-cin değeri 1 Kelvin (1° C) ısı artışın-da; 1000 x 0,004 = 4Ω artacaktır, yani değeri 1004Ω' a yükselecektir.

PT 1000 ısı sondasının direnci 20° C' de (293K) 1000Ω olduğuna göre, 0° C' deki değeri;

$$R_w = R_k [1 + \alpha (t_2 - t_1)]$$

$$R_w = \text{Isı artışıdaki direnç değeri } \Omega$$

$$R_w = 1000\Omega [1 + 0,004 \text{ 1 / K } (273\text{K} - 293\text{K})]$$

direnç değeri Ω

$$R_k = \text{Soğuk durumdaki}$$

$$R_w = 1000\Omega [1 + 0,004 \text{ 1 / K } (-20\text{K})]$$

$$\alpha = \text{Sıcaklık katsayısı 1 / K}$$

$$R_w = 1000\Omega (1 - 0,08) = 1000\Omega 0,92$$

$$t_1 = \text{İlk ısı değeri K}$$

$$R_w = \underline{920\Omega}$$

$$t_2 = \text{İkinci ısı değeri K}$$

O halde köprüyü dengeye getirip 0° C'de U_{XY} köprü geriliminin sıfır olmasını sağlamak üzere R2 potansiyometresi 9,2 KΩ' a ayarlanmalıdır. Çünkü, $R / R_1 = R_2 / R_3$ olmalıdır.

Örneğin; 70° C’ deki (70° C = 343K) köprü geriliminin ne kadar olacağını hesaplarsak;

$$R_w = R_k [1 + \alpha (t_2 - t_1)]$$

$$R_w = 1000\Omega [1 + 0,004 \text{ 1 / K } (343\text{K} - 293\text{K})]$$

$$R_w = 1000\Omega [1 + 0,004 \text{ 1 / K } (50\text{K})] = 1000 (1 + 0,2) = \underline{1200\Omega}$$

$$U_X = R_1 U_B / R + R_1 = 1\text{K}\Omega \text{ 12 V} / 1,2 \text{ K}\Omega + 1\text{K}\Omega = \underline{5,4545 \text{ V}}$$

$$U_Y = R_3 U_B / R_2 + R_3 = 10\text{K}\Omega \text{ 12 V} / 9,2 \text{ K}\Omega + 10\text{K}\Omega = \underline{6,25 \text{ V}}$$

$$U_{XY} = U_Y - U_X = 6,25 \text{ V} - 5,4545 \text{ V} = \underline{0,7955 \text{ V}}$$

Görüldüğü gibi köprüden elde edilen gerilim değerleri çok küçük olduğundan dolayı yükselteçlerle yükseltilmelidir. Bu yükselteçlerin köprü dengesini ve değerleri etkilememesi açısından çok yüksek giriş empedanslı olması gerekir (Örn. OPAMP).

UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Endüstride otomasyon uygulanan bir makinenin üzerinde hangi sensörlerin kullanıldığını iyi biliniz. ➤ Manyetik, optik, kapasitif, indüktif ve ısı sensörlerini tanıtınız ve devreye bağlayıp test ediniz. ➤ Sensörlerin algılama mesafesini ayarlayınız. ➤ Isı ölçümünün nasıl yapıldığını açıklayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çalışma alanının temiz ve düzenli olmasına dikkat ediniz. ➤ Kullanacağınız sensörlere ait bilgileri kataloglardan araştırarak hazırlayınız. ➤ Sensörleri test veya çalıştırmak için gerekli malzeme ve cihazları hazırlayınız. ➤ Gerekli takım ve avadanlıkları hazırlayınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ İki aracın çarpışmasını önlemek için uygun bir sensör seçiniz. ➤ Seçtiğiniz sensörün algılama mesafesini ayarlayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sensör seçimlerinin yapılacak işe göre olması gerektiğini unutmayınız. ➤ Ayarlama için gerekli el aletlerini hazırlayınız. ➤ Seçilecek sensörün kullanılacak cihaz veya araçta hayati önem arz ettiğini daima hatırlayınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Öğrendiklerinizle olabilecek sensör arızalarını sıralayınız. ➤ Bir cihaz veya araç üzerindeki sensör arızalarını teşhis ediniz, gerekiyorsa öğretmen nezaretinde arızalı sensörü yerinden sökerek yenisiyle değiştiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Emniyete önem veriniz ve çevrenizdeki emniyet tedbirlerini alınız. ➤ Gerekli takım ve avadanlıkları hazırlayınız. ➤ Arıza teşhisi yaparken arızadan emin olunuz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

SORULAR

- 1) Bir sensörde histerizis ne demektir?
- 2) Bir optik sensörün blok şemasını çizerek çalışmasını kısaca anlatınız.
- 3) Işık bariyerlerinde ve uzaktan kumanda cihazlarında neden dijitalize edilmiş sinyal gönderilmektedir. Açıklayınız.
- 4) Sanayide çok sık kullanılan ve anahtarlama özelliği olan sensör tiplerini belirterek bunlarla genel olarak neler algılanabileceğini yazınız.
- 5) Bir tasnif aparatında metal, kırmızı plastik ve siyah plastik olmak üzere 3 farklı malzeme tespit edilmek üzere 3 sensör kullanılacaktır.
 - a) Hangi sensör kullanılmalıdır. Neden?
 - b) 3 çıkışlı (Metal-Kırmızı-Siyah plastik) dijital sorgulama devresi oluşturunuz.

PERFORMANS TESTİ

KONTROL LİSTESİ

GÖZLENECEK DAVRANIŞLAR		Evet	Hayır
1	Çalışma ortamının temiz ve düzenli olmasına dikkat ettiniz mi?		
2	Kullanacağınız sensörlere ait katalogları araştırdınız mı?		
3	Sensörleri test etmek veya çalıştırmak için gerekli malzeme ve cihazları hazırladınız mı?		
4	Gerekli takım ve avadanlıkları hazırladınız mı?		
5	Sensörleri devreye bağlayıp test ettiniz mi?		
6	Sensörlerin algılama mesafesini ayarladınız mı?		
7	Isı ölçümü yaptınız mı?		
8	Projeye uygun sensör seçimi yaptınız mı?		
9	Arızalı sensörleri belirlediniz mi?		
10	Sensör arızalarını teşhis ettiniz mi?		

Not: İşlem basamaklarını yaptıktan sonra kontrol listesinde işaretleme yapınız. Cevaplarınızın tamamının evet olması gerekir. Cevaplarınızda hayır olan davranışları öğretmeninizin kontrolünde tekrar yapınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti ile kontrol edilecek sistemleri doğru seçebilecek ve ayarlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çevremizde bulunan iş makineleri servislerinde, fabrikalarda ve limanlarda kontrol edilebilecek hangi sistemler olduğunu araştırınız, sistemlerin ayarı hakkında bilgi edininiz, edindiğiniz bilgileri rapor haline dönüştürüp grubunuza sunum yaparak paylaşınız.

2. KONTROL EDİLECEK SİSTEMLER

➤ Kontrol edilecek sistemlerin tanınması

Bir sistemin kontrol edilmesi için gerekli olan kontrol ünitesinin seçilmesinden önce, kontrol edilecek sistemin hangi tip bir sistem olduğu ve hangi özelliklere sahip olduğunun çok iyi bilinmesi gereklidir.

Örneğin; bir doktorun hastasını tedavi edip iyileştirmesi için ilaç yazmadan önce çeşitli tetkiklerde bulunması, rahatsızlığın sebebini ortaya çıkarması ve hastalığı teşhis etmesi mutlaka gereklidir.

Kontrol edilecek bir sistemde aşağıdaki iki kavram çok önemlidir.

2.1. Bir Sistemin Zaman Davranışı

Sistemin zaman davranışı denilince, o sistemin belli bir uyartıma karşı gösterdiği reaksiyon anlaşılır.

Örneğin; bir motora aniden artan basamak şeklinde bir gerilim verilirse ya da mevcut olan gerilim değeri ani olarak değişirse, motorun devri gereken seviyeye ne kadar süre sonra erişeceği, o motorun dinamiğine yani cinsine, büyüklüğüne, çevirdiği kütleye vb. etkenlere bağlıdır.

Bu seviyeye erişirken gösterdiği zaman davranışı çeşitli tiplerde olabilir (lineer yükseliş = I fonksiyonu, e - fonksiyonu şeklinde vb.). Sistem uyartıldıktan sonra çok kuvvetli, çok zayıf reaksiyon gösterebilir veya hiç reaksiyon göstermez ya da salınım yapmaya başlayabilir. Bütün bu olaylar zaman davranışı adı altında incelenir.

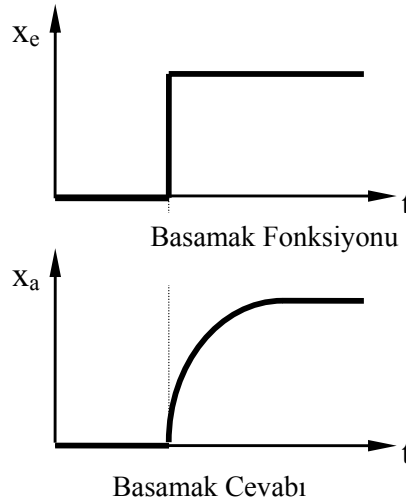
2.2. Bir Sistemin Sükûnet Durumu

Herhangi bir sistemin çalışma durumunda bir değişiklik yapılmadığı ve sükûnette bırakıldığı takdirde sükûnette kalıp kalmadığı veya bir uyarımdan sonra tekrar sükûnete erişip erişmediği incelenmelidir.

2.3. Sistem Özelliklerinin Basamak Cevap Yöntemi İle Tespiti

Kontrol edilecek bir sistemin özellikleri basamak fonksiyonu denilen yöntemle tespit edilir.

➤ Basamak fonksiyon yöntemi:



Şekil 2.1: Basamak fonksiyon yöntemi

Basamak fonksiyon yöntemi; motor kontrol, ısı, sıvı seviye kontrol devreleri gibi nispeten yavaş reaksiyon gösteren sistemlerde kullanılır. Bu yöntemde sistem arzu edilen çalışma noktasına ayarlanır. Daha sonra giriş sinyali aniden basamak şeklinde değiştirilir ve buna göre çıkışın değişimi incelenir. Çıkış değişimi, sistemin dinamiğine göre gecikmeli, gecikmesiz veya çok ağır olabilir. Böylece sistemin zaman ve sükûnet davranışı tespit edilmiş olur. Şekil 2.1'de bir sistemin basamak fonksiyonuna nasıl bir basamak cevabı verdiğine dair örnek görülmektedir.

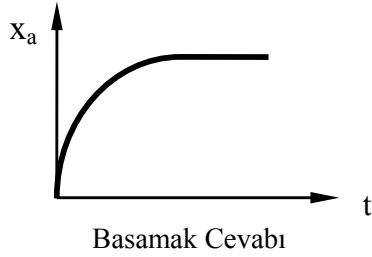
2.4. Kontrol Edilecek Sistem Tipleri

Sistemler, kontrol edilme özelliklerine göre; oransal gecikmeli (PT_1 , PT_2 , PT_K), oransal (P), ölü zamanlı (T_t), integral (I), türevsel (D) sistem olarak isimlendirilir. Bazı durumlarda bunlardan birkaçı birlikte kullanılır.

2.4.1. Oransal Gecikmeli Sistemler

➤ PT_1 sistemi

PT_1 sistemi, şekil 2.2'de basamak cevabında görüldüğü gibi e-fonksiyonu gösteren gecikmeli ve tek enerji depolayıcıya sahip bir sistemdir.



PT_1 ' in anlamı;

P = giriş değişikliklerine karşı orantılı davranış

T = zaman gecikmeli

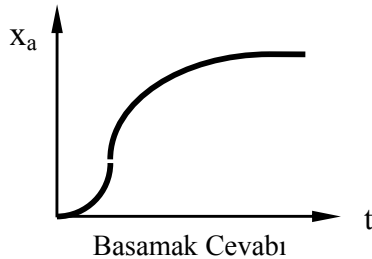
1 = tek enerji depolayıcıya sahip sistemdir.

Elektriksel eş değer devresi bir RC seri devresidir.

Bu sisteme; su depo sistemi bir elektrik motoru örnek olarak verilebilir.

Şekil 2.2: PT_1 sistemi

➤ PT_2 sistemi:



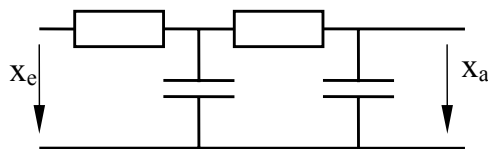
PT_2 sistemi, şekil 2.3'te basamak cevabında görüldüğü gibi başlangıç gecikmeli ve iki enerji depolayıcıya sahip bir sistemdir.

PT_2 ' in anlamı;

P = giriş değişikliklerine karşı orantılı davranış

T = zaman gecikmeli

2 = iki adet enerji depolayıcıya sahip sistemdir.

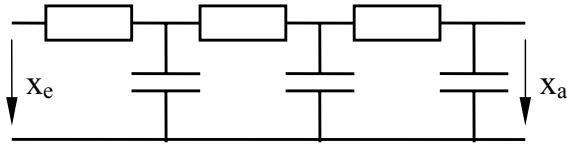
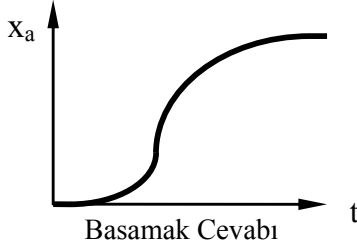


Elektriksel eş değer devresi seri olarak arka arkaya bağlanmış olan iki RC devresidir.

Buna ısıtma sistemi örnek olarak verilebilir.

➤ **PT_K sistemi:**

PT_K sistemi, şekil 2.4'te basamak cevabında görüldüğü gibi başlangıç çok gecikmeli ve üç ya da daha çok sayıda enerji depolayıcıya sahip bir sistemdir.



Şekil 2.4: PT_K sistemi

PT_K' in anlamı;

P = giriş değişikliklerine karşı orantılı davranış

T = zaman gecikmeli

K = üç veya daha çok sayıda enerji depolayıcıya sahiptir.

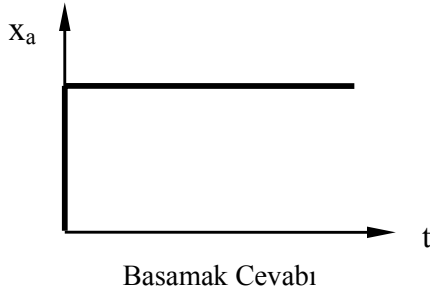
Elektriksel eş değer devresi seri olarak arka arkaya bağlanmış olan üç RC devresidir.

Buna çok gecikmeli ısıtma sistemi örnek olarak verilebilir (radyatörlere giden uzun boru hatlı).

2.4.2.Oransal Sistemler

➤ **P sistemi**

P sistemi, Şekil 2.5'te basamak cevabında görüldüğü gibi ani reaksiyon gösteren ve gecikmesiz bir sistemdir.



Şekil 2.5: P sistemi

P' in anlamı;

P = giriş değişikliklerine karşı orantılı davranış demektir.

Bu sisteme örnek olarak bir transformatör gösterilebilir. Primer gerilimindeki ani değişim sekonderde anında sarım sayısı ile orantılı olarak değişikliğe sebep olur.

2.4.3. Ölü Zamanlı Sistemler

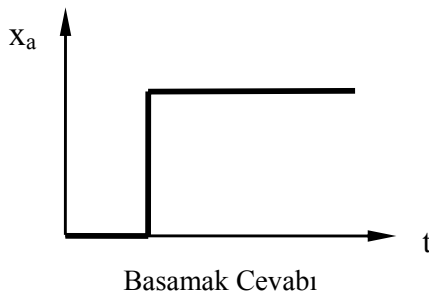
➤ T_t sistemi

T_t sistemi, şekil 2.6'da basamak cevabında görüldüğü gibi başlangıçta belli bir süre hiç reaksiyon göstermeyen, ölü zamanlı gecikmesiz bir sistemdir.

T_t 'nin anlamı;

T = zaman gecikmeli

t = ölü zamana sahip sistem demektir.



Bu sisteme taşıma bandı örnek olarak verilebilir.

Şekil 2.6: T_t sistemi

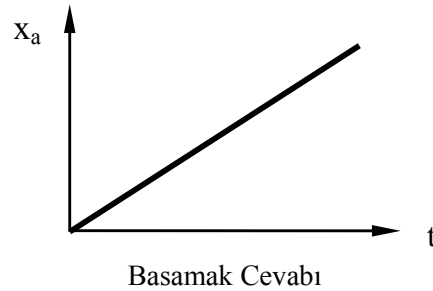
2.4.4. İntegral sistemler

➤ I sistemi

I sistemi, şekil 2.7'de basamak cevabında görüldüğü gibi, sürekli lineer olarak artan bir reaksiyon gösteren gecikmesiz bir sistemdir.

I 'nin anlamı;

I = Integral alma (lineer artış) demektir.



Şekil 2.7: I sistemi

Bu sisteme giriş ve çıkış sıvı seviyeleri farklı olan bir depo örnek olarak verilebilir. Giriş ve çıkış sıvı akış seviyeleri farklı olduğu sürece değişim gösterir. Bu sistemler bir çalışma noktasında sükunete erişip dengeye gelmediklerinden problemlidir. Bu yüzden bu sistemlere stabil olmayan veya dengeye gelemeyen sistemler de denir.

2.4.5. Türevsel Sistemler

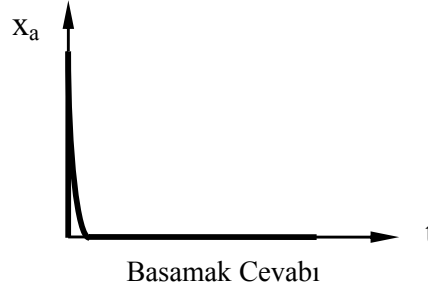
➤ D sistemi

D sistemi, şekil 2.8'de basamak cevabında görüldüğü gibi, sadece giriş büyüklüğünün değişimine reaksiyon gösteren ve değişim hızına göre zayıf ya da kuvvetli olarak reaksiyon veren sistem tipidir.

D' nin anlamı;

D = Türev alma demektir.

Bu sistemin davranışı bir kondansatörün şarj akımına benzetilebilmektedir.

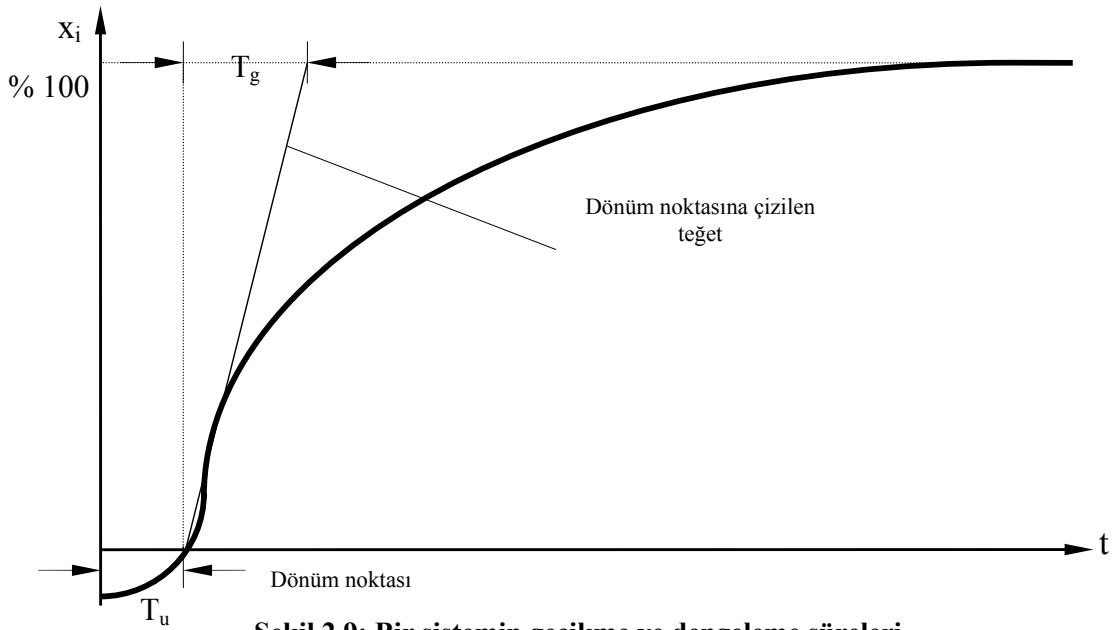


Şekil 2.8: D sistemi

2.5. Sistemlerde Gecikme ve Dengeleme Süreleri

Kontrol edilecek bir sistemin *gecikme süresi*; sisteme enerji uygulandıktan sonra ölçülmekte olan (x_i) gerçek değerde fark edilir bir yükselmenin başlamasına kadar geçen süredir ve T_u harfi ile ifade edilir (Bu süreye *ölü zaman* da denilir).

Kontrol edilecek bir sistemin *dengeleme süresi*; gerçek değer, en son erişmesi gereken değerin % 63' üne erişmesine kadar geçen süredir ve T_g ile ifade edilir (Bu süreye sistemin *zaman sabitesi* de denilir). Şekil 2.9'da bir sistemin gecikme ve dengeleme sürelerini gösteren örnek bir grafik görülmektedir.



Şekil 2.9: Bir sistemin gecikme ve dengeleme süreleri

Bir sistemin gecikme ve dengeleme süreleri tespit edildikten sonra, o sistemin kontrol edilebilirliği bu sürelerin birbirine oranlanması ile elde edilir.

2.6. Kontrol Edilebilirlik = T_g / T_u

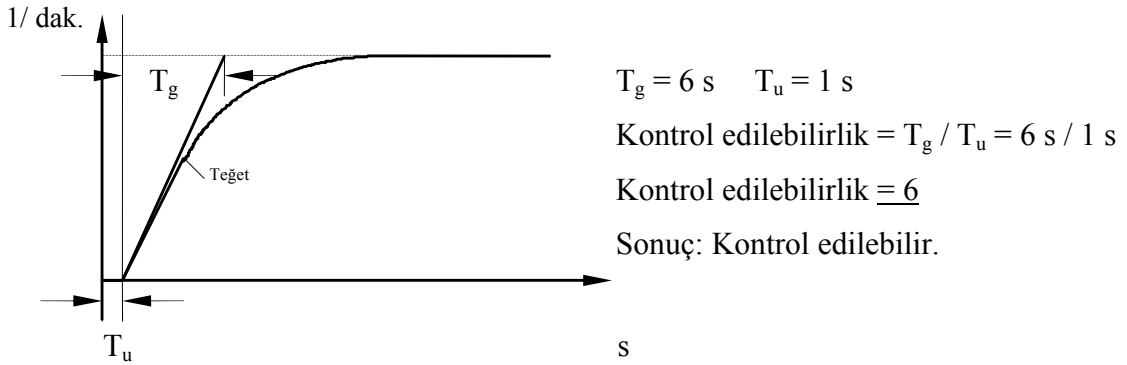
Tablo 1.7’de bir sistemin kontrol edilebilirliği ile ilgili değerler verilmiştir.

Tablo 1.7: Bir sistemin kontrol edilebilirlik değerleri

T_g / T_u	Kontrol edilebilirlik	Kontrol ünitesi zorluğu
> 10	İyi kontrol edilebilir.	Az
6 civarında	Kontrol edilebilir.	Fazla
3 civarında	Zor kontrol edilebilir.	çok fazla
< 1	Çok çok zor kontrol edilebilir.	çok özel tedbirler gerekli

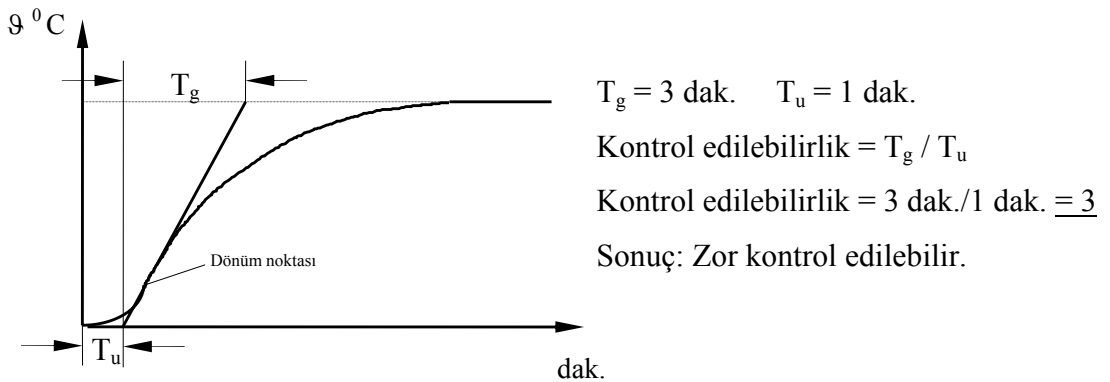
Örnekler:

1. Motor (Şekil 2.10)



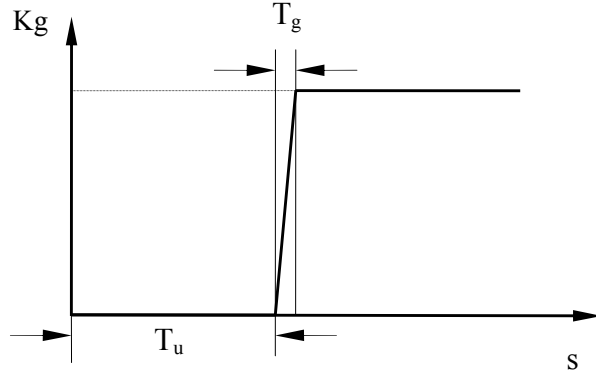
Şekil 2.10: Motor

2. Isıtma sistemi (Şekil 2.11)



Şekil 2.11: Isıtma sistemi

3. Taşıma bandı (Şekil 2.12)



$$T_g = 1 \text{ s} \quad T_u = 10 \text{ s}$$

$$\text{Kontrol edilebilirlik} = T_g / T_u$$

$$\text{Kontrol edilebilirlik} = 1 \text{ s} / 10 \text{ s} = 0,1$$

Sonuç: Çok çok zor kontrol edilebilir

Şekil 2.11: Taşıma bandı

Sonuç: Ölü zaman veya gecikme süresi ne kadar büyük olursa ve sistemin dengeleme süresi ne kadar kısa olursa kontrol ünitesinin görevi o kadar zorlaşır.

2.7. Kontrol Üniteleri

2.7.1. Sürekli Olmayan Kontrol Üniteleri

Bu tip kontrol üniteleri belirlenmiş olan iki seviyenin altında veya üstünde (sadece iki noktada) reaksiyon göstererek kontrol edilen sisteme belli süre enerji verir veya enerjiyi keser. Bu belli noktaların dışındaki değerlerde sisteme müdahale edilmez.

Kontrol ünitesinin çıkışı iki konumludur; ya tamamen açık (1=ON) ya da tamamen kapalıdır (0=OFF), yani sisteme ya tam güç verilir ya da hiç verilmez. Bu tip kontrolde, kontrol altında tutulan değişken sürekli salınım halindedir. Bu tip kontrole örnek olarak termostat aracılığı ile yapılan ısı kontrol verilebilir. Belli bir değerde açma ve belli bir diğer değerde kapama gerçekleşir. Ara değerlerde sisteme müdahale edilmez ve sadece iki noktada kontrol sağlanır. Bu nedenle böyle bir kontrol işlemi “**iki nokta kontrol ünitesi = On-Off Kontrol**” denilen kontrol ünitesi ile gerçekleştirilebilir.

➤ İki nokta (on-off) kontrol ünitesi

On-Off kontrol üniteleri, yukarıda da bahsedildiği gibi sistemi iki ayrı noktada kontrol eder. Bu yüzden bu tip kontrolde „histeresiz“ (= açma kapama hassasiyeti = anahtarlama noktaları arasındaki fark) denilen kontrol ya da anahtarlama aralığı vardır.

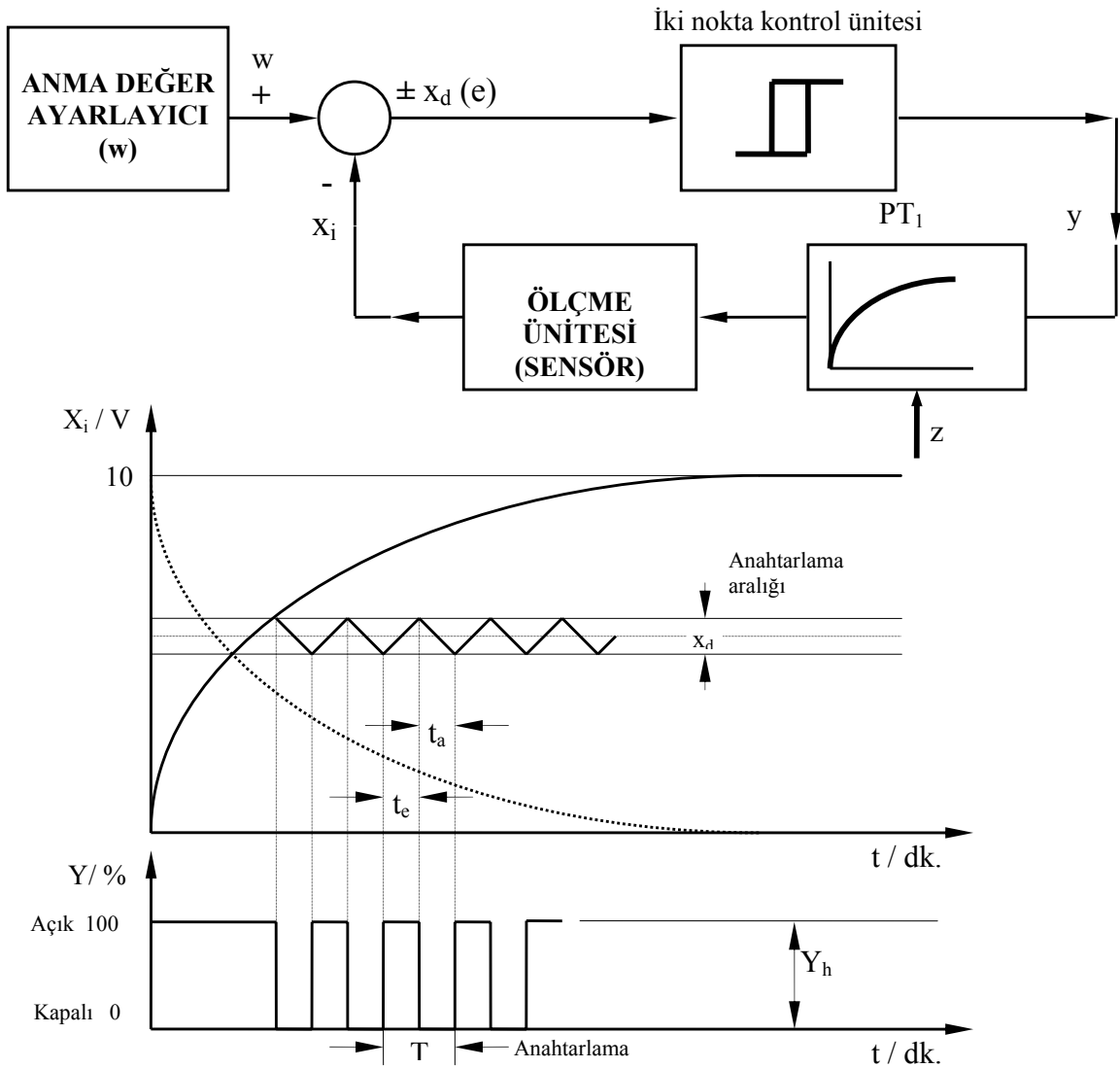
Bu fonksiyonu açıklamak üzere yine termostat aracılığı ile ısı kontrol sistemini örnek olarak alalım. Burada kontrol edilmesi gereken ortam ısısının maksimum değerinin 26 °C, minimum ise 22 °C olması gerektiğini varsayalım. Kontrol ünitesi, termostat tarafından ölçülen ısı seviyesi 26 °C’ ye ulaşana kadar ısıtıcıya maksimum enerji vermeye devam edecek ve bu ısı değerine erişilir erişilmez enerjiyi kesecektir. Ortam ısısı 22 °C’ e düşene kadar kontrol ünitesi bir reaksiyon göstermeyecek ve ısı 22 °C’ nin altına düşer düşmez tekrar ısıtıcıya maksimum enerji verecektir. Bu böylece devam edecek ve ortam ısısı belirlenmiş olan bu iki değer arasında sabit tutulacaktır. Bu örnekte kontrol aralığı 4 °C’ dir. Bu tolerans artırılabilir veya azaltılabilir. Açma kapama noktaları arasındaki aralık

(histeresiz) genişledikçe anahtarlama frekansı azalır ve sistem toleranslı çalışır. Açma kapama noktaları arasındaki aralık (histeresiz) azaldıkça, anahtarlama frekansı artar ve sistem daha az toleranslı çalışır. Fakat aralığın çok daraltılması, sistemin kontrolünü iyileştirerek daha az toleranslı çalışmasını sağladığı gibi sakıncalı durumlarda yaratabilir. Örneğin; sistemlerdeki elektrovalf, elektrik motoru vb. elemanların çok yüksek anahtarlama frekansında çalışmaları çok kısa sürede arızalanmalarına neden olur. Ayrıca sürekli açma kapama yapan anahtarlama elemanları da zarar görebilir.

Çok hızlı reaksiyon gösteren sistemlerde (örn. motor kontrol) kullanılamaz! Çünkü sistem çok hızlı reaksiyon gösterdiği için anahtarlama frekansı aşırı artarak motora ve anahtarlama ünitesine zarar verir.

➤ **PT₁ sisteminin iki nokta kontrol ünitesi ile kontrol edilmesi**

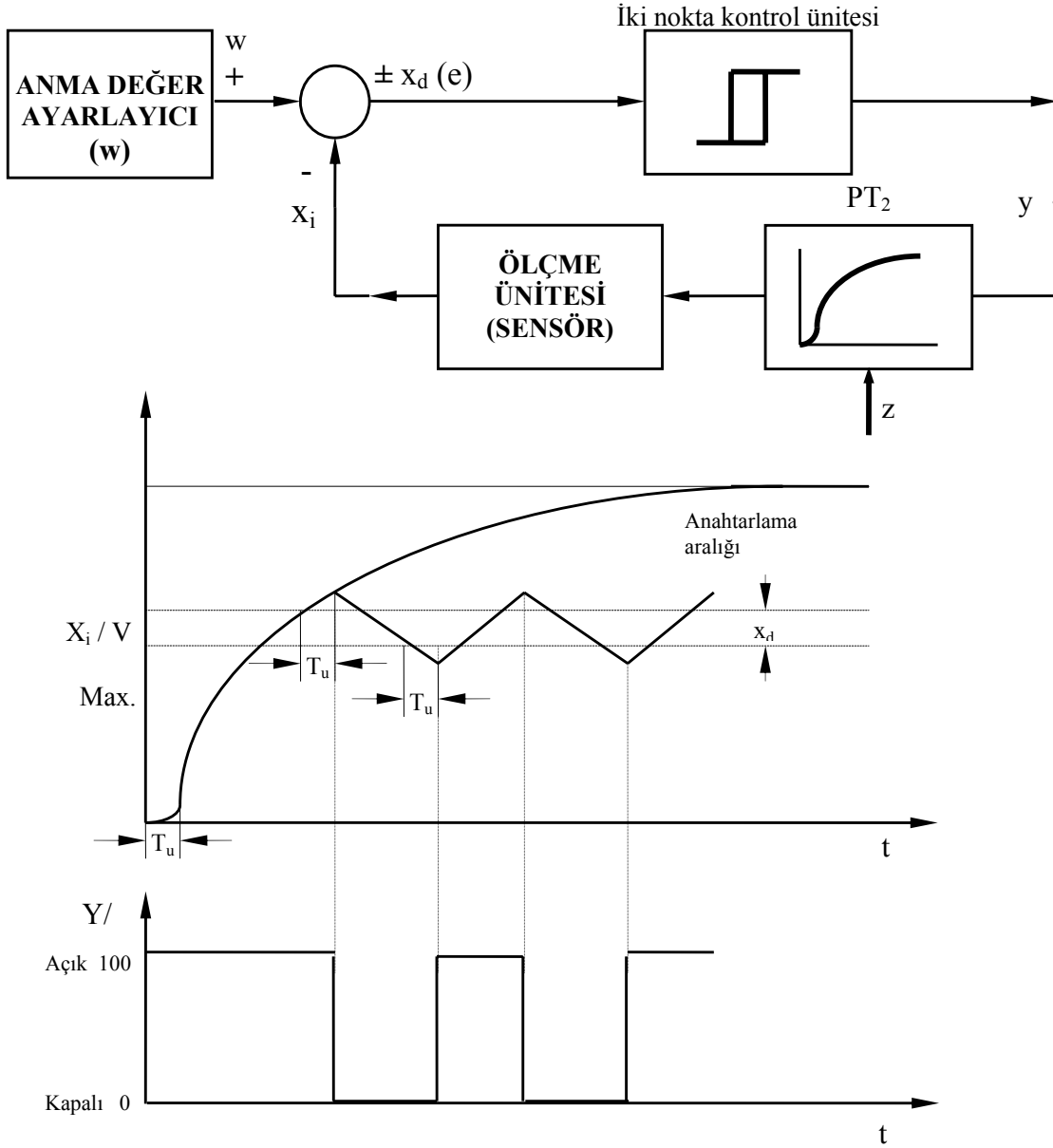
Şekil 2.12’de sistemin blok diyagramı ve kontrol büyüklüğü ile X_i değişimi görülmektedir.



Şekil 2.12: PT₁ sisteminin iki nokta kontrol ünitesi ile kontrolü

➤ **PT₂ sisteminin iki nokta kontrol ünitesi ile kontrol edilmesi**

Aşağıda sistemin blok diyagramı ve kontrol büyüklüğü ile X_i değişimi görülmektedir;



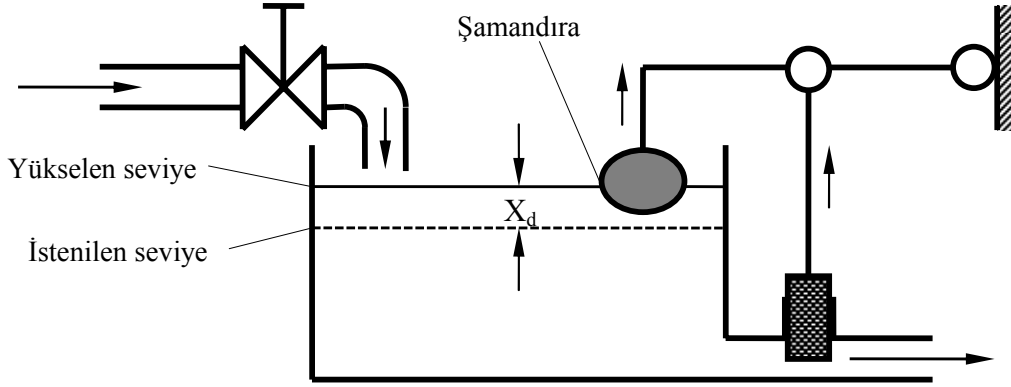
Şekil 2.13: PT₂ sisteminin iki nokta kontrol ünitesi ile kontrolü

Yukarıdaki grafikten görüldüğü gibi, gerçek değer (x_i) hem açma hem de kapama anında anahtarlama (kontrol) aralığının dışına taşmaktadır. Bu taşma miktarı sistemin T_u gecikme süresinden kaynaklanmaktadır.

Aşağıdaki grafik ise, anahtarlama aralığı (histeresiz = tolerans) sıfır yapıldığı halde gerçek değer in alt ve üstte nasıl taşmalar yaptığını göstermektedir.

2.7.2. Sürekli Kontrol Üniteleri

Bu tip kontrole örnek olarak aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi bir su deposundaki seviye kontrolü verilebilir. Burada şamandıranın, su seviyesinin değişmesi ile yaptığı her hareket anında su çıkış valfine müdahale etmektedir. Yani yapılan kontrolde süreklilik vardır.

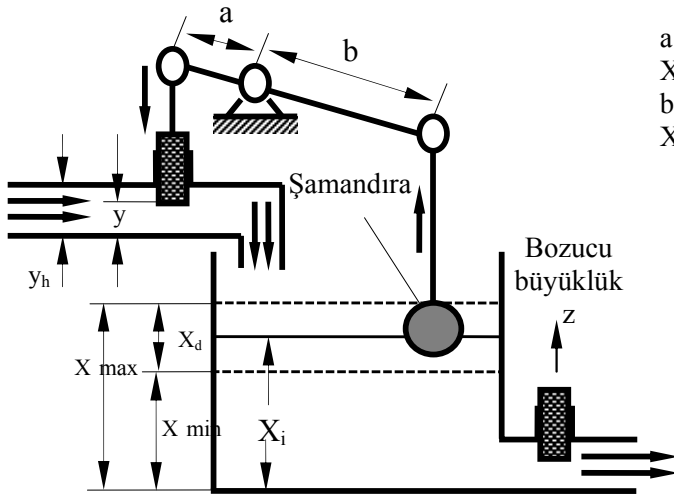


Şekil 2.14: Su seviye kontrolü

Sürekli kontrol üniteleri temel olarak üç çeşittir, fakat bunların kombinasyonu ile ayrıca üç çeşit daha kontrol ünitesi oluşturulmaktadır.

➤ Oransal Kontrol (P - Kontrol) Ünitesi

Şekil 2.15'te oransal kontrole mekaniksel bir örnek verilmiştir.

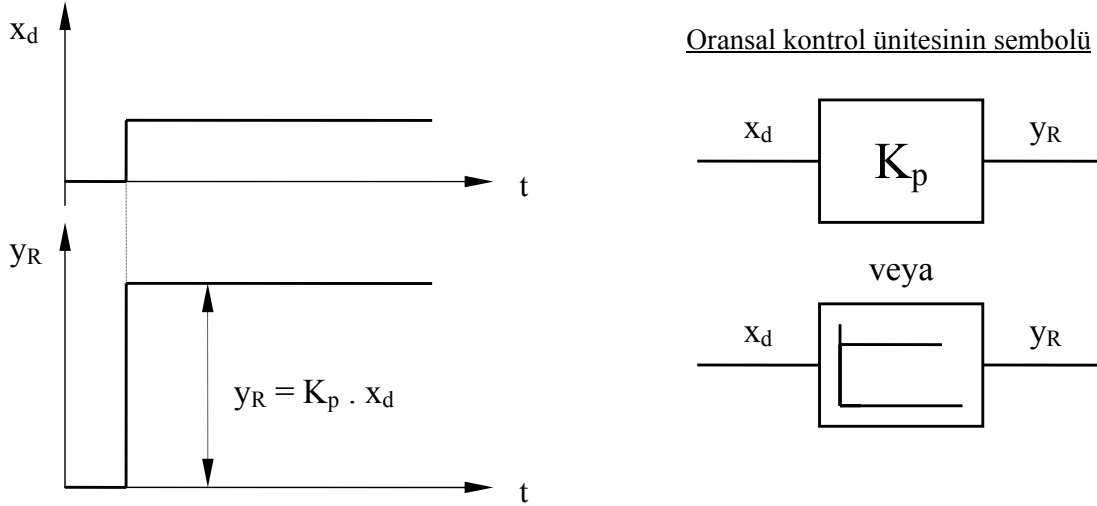


$a > b$ durumunda hassas kontrol olur ve X_d kontrol farkı azalır!
 $b > a$ durumunda kaba bir kontrol olur ve X_d kontrol farkı artar!

Şekil 2.15: Mekanik oransal kontrol

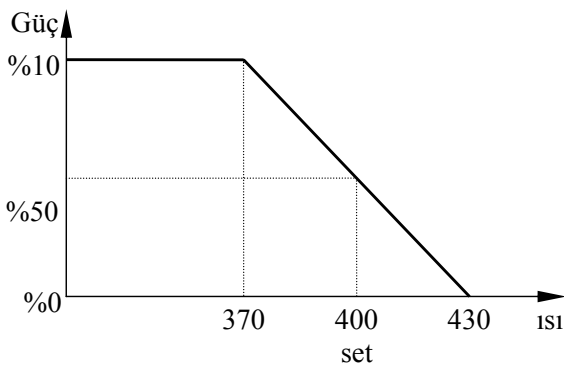
Oransal kontrolde giriş ve çıkış seviyeleri arasında orantılı bir davranış vardır. Yani giriş seviyesi küçükse çıkış seviyesi de küçük, giriş seviyesi büyükse çıkış da büyük olur. Bu orantıyı belirleyen faktör kontrol ünitesinin kazancıdır (yükseltme faktörü = K_p).

Yani; $K_p = y_R / x_d$ (y_R = Kontrol çıkış büyüklüğü x_d = Kontrol farkı) (Şekil 2.16).



Şekil 2.16: Oransal kontrolde çıkış büyüklüğü

Oransal kontrol ünitesi, kontrol edilen sistemin enerjisini, sürekli olarak kontrol büyüklüğünü ayarlayarak verir. Örneğin elektrik enerjisi kullanılarak ısıtma yapılan bir sistemde, oransal kontrol ünitesi ısıtıcının elektrik enerjisini, sistemin sıcaklığını anma değerinde tutabilecek kadar verir. Enerjinin %0' dan %100' e kadar ayarlanabildiği, oransal kontrol yapılabilen sıcaklık aralığına “**oransal bant**” denir. Genel olarak oransal bant, sistemin erişebileceği en son değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanır ve anma (set) değerinin etrafında eşit olarak yayılır. Örneğin; 1200 °C' lık skalası olan bir sistemde %5' lik oransal bant demek 0,05 x 1200 °C = 60 °C'lik bir ısı aralığıdır. Bu aralığın 30 °C' si set değerinin üzerinde, 30 °C' si de altında yer alır ve kontrol ünitesi 60 °C' lik aralıkta oransal kontrol yapar. Şekil 2.17' de oransal kontrol ünitesi transfer eğrisi görülmektedir. Set değeri 400 °C' ye ayarlanan, %5 oransal bant verilen bir oransal kontrol ünitesinde 370 °C ve 430 °C' ler bantın uç noktalarıdır.



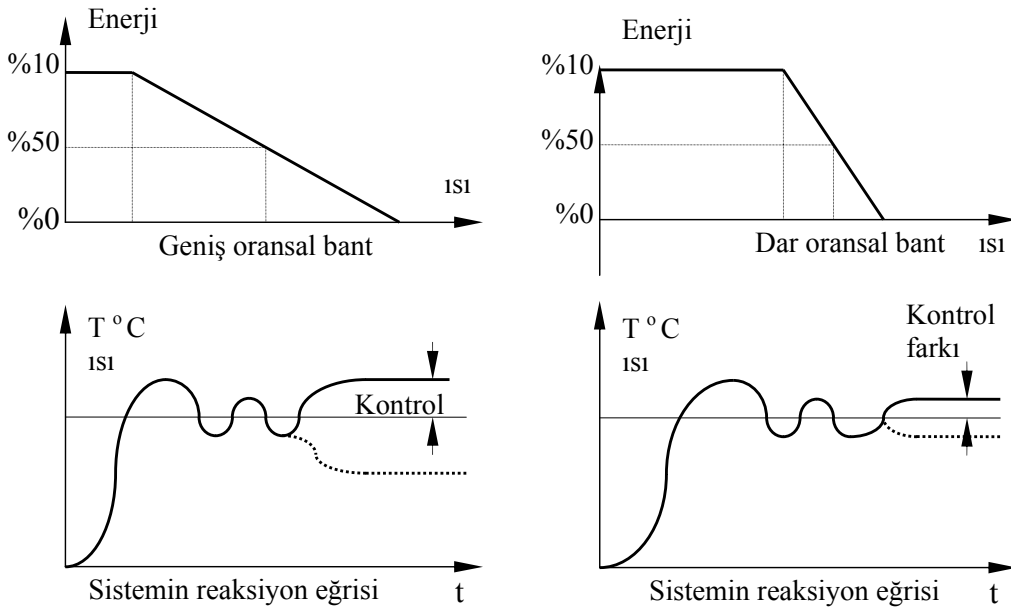
Şekil 2.17: Oransal kontrol ünitesi transfer eğrisi

Kontrol ünitesi düşük ısılardan başlamak üzere 370 °C' ye gelinceye kadar ısıtıcılara %100 enerji verilir. 370 °C' den itibaren set değeri olan 400 °C' ye kadar ısı yükselirken ısıtıcıya verilen enerji yavaş yavaş kısılır. Set değerinde sisteme %50 enerji verilir.

Eğer ısı set değerini geçip yükselmeye devam edecek olursa, 430 °C' ye kadar enerji giderek kısılr ve 430 °C' nin üzerine geçtiği takdirde artık enerji tamamen kesilir.

Isı düşüşlerinde ise tam tersi olacaktır. Oransal bant örneğin %2' ye düşürüldüğü takdirde; $0,02 \times 1200 \text{ °C} = 24 \text{ °C}$ 'nin yarısı olan 12 °C üstte ve 12 °C altta olmak üzere köşe noktaları 412 °C ve 388 °C olacaktır.

Değişik sistemlerde ve değişik şartlarda duruma en uygun oransal bant seçilerek kontrol yapılır (Şekil 2.18).



Şekil 2.18: Geniş ve dar oransal bantlar

Geniş seçilmiş bantta (yani K_p değeri küçük) kontrol farkı artar, dar seçilmiş bantta ise (yani K_p değeri büyük) kontrol farkı azalır.

Bu bandı giderek daraltıp sıfırlayacak olursak (yani K_p değeri çok çok büyük seçilirse) kontrol farkı sıfıra yaklaşır (Bu takdirde oransal kontrol ünitesi on-off kontrol gibi çalışmaya başlar!) fakat hiç bir zaman sıfır olamaz; yani oransal kontrol ünitesi kontrol farkını hiç bir zaman sıfırlayamaz ve gerçek değeri (x_i) anma değerine (w = set değeri) eşitleyemez. Bu oransal kontrol ünitesinin en belirgin özelliğidir.

Set değeri (anma değeri) ile sistemin oturduğu ve sabit kaldığı ısı değeri arasındaki farka kontrol farkı (x_d) denir. Kontrol farkını azaltmak için oransal bant daraltılabilir, yani K_p değeri büyütülebilir.

Ancak daha önce de belirtildiği gibi oransal bant küçüldükçe, on-off kontrole yaklaşıldığı için set değeri etrafında salınımlar artabilir ve sistem kararsız durumda çalışmaya başlar. Geniş oransal bantta kontrol farkının büyük olacağı düşünülerek sisteme en uygun oransal bandın, yani K_p değerinin seçilmesi gerekir.

Verilen örnekteki sistemin kontrolü esnasında ısı, yükselir ve birkaç kere set değeri etrafında salınım yaptıktan sonra set değerinin üzerinde veya altında sabit bir ısı farkı ile gelip oturur. Kontrol farkı artı veya eksi değerde olabilir.

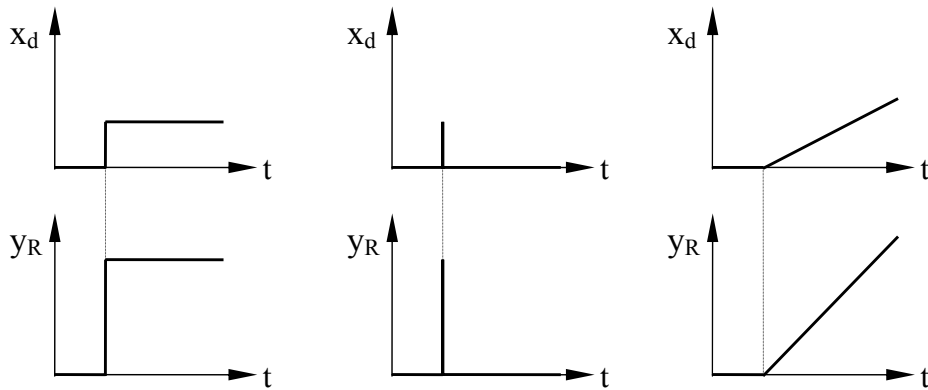
Sisteme bozucu büyüklük (z) etki etmezse kontrol farkı sıfır olur ($x_i = w$), fakat bozucu büyüklük varsa, kontrol farkı artı değere veya eksi değere doğru azalıp çoğalabilir. Fakat kontrol ünitesi buna oransal olarak reaksiyon göstererek sistemi tekrar eski değerine getirmeye çalışır.

P kontrol üniteleri kontrol farkı (x_d) ve K_p yükseltme faktörünün değerleri ile doğru orantılı olarak kontrol büyüklüğü (y) çıkartır ve hızlı kontrol sağlar.

Kontrol olayının gerçekleşebilmesi için mutlaka bir kalıcı kontrol farkının olması gereklidir. Yukarıda da belirtildiği gibi bu kalıcı kontrol farkı, kontrol ünitesinin oransal bant genişliğine yani yükseltme faktörüne ve bozucu büyüklüğün seviyesine bağlıdır.

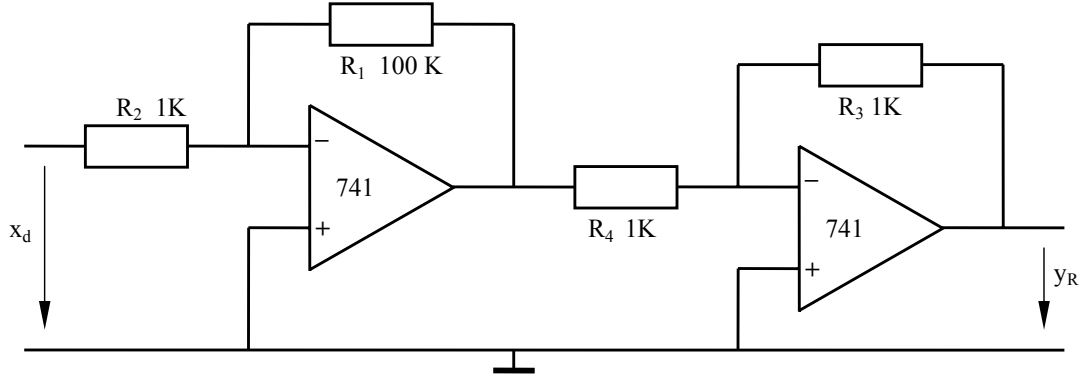
P kontrol ünitesinin dezavantajı olan kalıcı kontrol farkının yarattığı istenmeyen durum, yani gerçek değer (x_i) anma değerine (w) eşit kılınamaması, anma değerinin yeterli miktarda artırılması ve kalibrasyonunun yeniden düzenlenmesi ile giderilebilir.

Aşağıdaki grafiklerde bir P kontrol ünitesinin, girişine gelen değişik şekillerdeki kontrol farkına gösterdiği reaksiyon görülmektedir.



Şekil 2.19: P kontrol ünitesinin kontrol farkına tepkileri

Şekil 2.20’de oransal kontrol ünitesinin OP-AMP ile oluşturulan elektronik devresi görülmektedir.



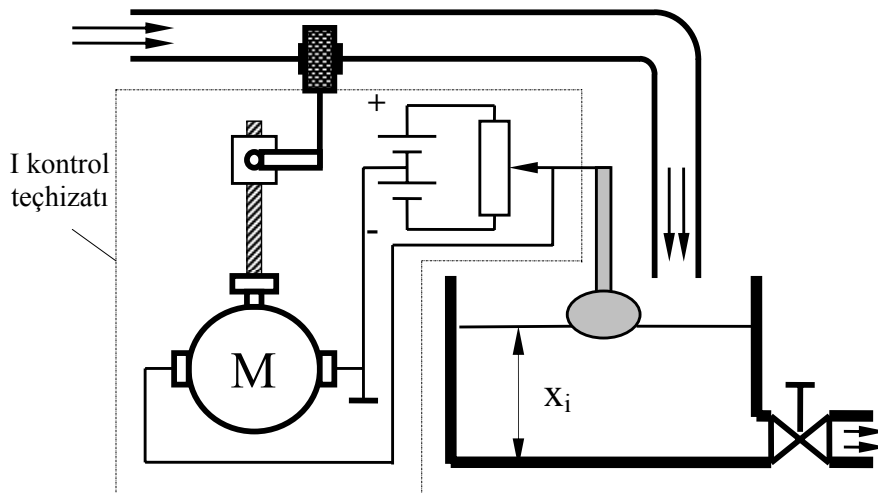
Şekil 2.20: Op-Amp ile oransal kontrol ünitesi

Burada örnek olarak yükseltme faktörü; $K_p = R_1 / R_2 = 100 \text{ K} / 1 \text{ K} = 100$ seçilmiştir. Müteakip opamp devresinin yükseltme faktörü; $K_p = R_3 / R_4 = 1 \text{ K} / 1 \text{ K} = 1$ olup bu devre sadece faz çevirme işi yapmaktadır.

R_1 direnci potansiyometre olarak kullanılırsa, yükseltme faktörünü 0 ... 100 arasında ayarlama olanağı sağlanabilir.

➤ Integral Kontrol (I - Kontrol) Ünitesi

Şekil 2.21’de integral kontrole mekaniksel bir örnek görülmektedir.



Şekil 2.21:Mekaniksel integral kontrol

Bu mekaniksel örnekte sıvı çıkış valfinin aniden açılmasıyla seviyenin aniden düşeceği düşünülürse, şamandıra da bu seviye değişikliğini hemen potansiyometreye ileterek motora gerilim gelmesini sağlayacak ve motor milinin dönmesi ile birlikte girişteki sürgünün hareketi yavaş ve doğrusal olarak sıvı girişini artıracak yönde olacaktır.

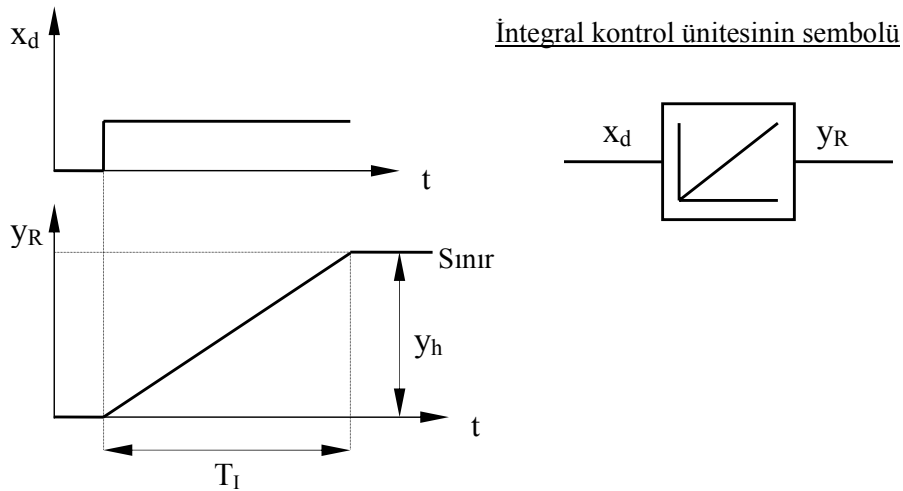
Seviye istenen değere yaklaştıkça şamandıra yükselir ve motora giden gerilim gittikçe azalarak giden ve gelen sıvı miktarı eşitlendiğinde motor durur. Böylece seviye istenen değere gelmiştir ve kontrol ünitesinin reaksiyonu bitmiştir.

Bu olayın tersinde ise; sıvı çıkışının azalmasıyla seviyenin aniden yükseleceği düşünülürse, şamandıra bu seviye değişikliğini hemen potansiyometreye ileterek motora ters yönde gerilim gelmesini sağlayacak ve motor milinin diğer yöne dönmesi ile birlikte girişteki sürgünün hareketi yavaş ve doğrusal olarak sıvı girişini azaltacak yönde olacaktır.

Seviye istenen değere yaklaştıkça şamandıra alçalır ve motora giden gerilim gittikçe azalarak giden ve gelen sıvı miktarı eşitlendiğinde motor durur. Böylece seviye istenen değere tekrar gelmiştir ve kontrol ünitesinin reaksiyonu bitmiştir.

İntegral kontrol ünitesi, oransal kontrol ünitesine göre T_I integral (veya kontrol) süresi kadar daha yavaştır, fakat x_d kalıcı kontrol farkını tamamen yok eder; yani gerçek değer anma değerine eşitlenerek ($x_d = w$) sistem istenilen seviyede çalışır (Şekil 2.22).

Aşağıda bir integral kontrol ünitesinin basamak fonksiyonuna reaksiyonu görülmektedir.

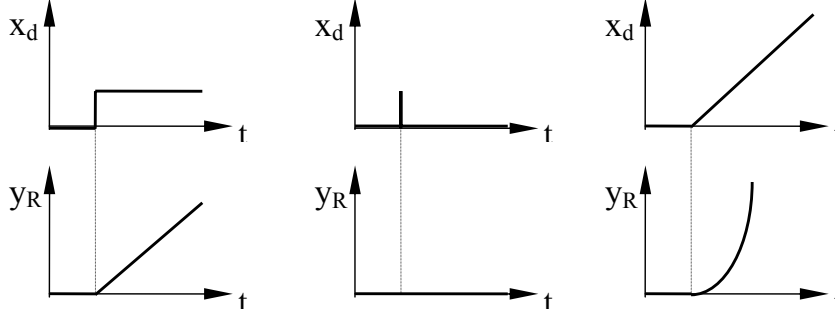


Şekil 2.22: İntegral kontrol ünitesinin basamak fonksiyonuna tepkisi

Kontrol büyüklüğünün (y_R) değişim hızı, kontrol farkı (x_d) ile doğru orantılıdır. Kontrol farkı ne kadar büyükse, kontrol büyüklüğü de o kadar hızlı değişir.

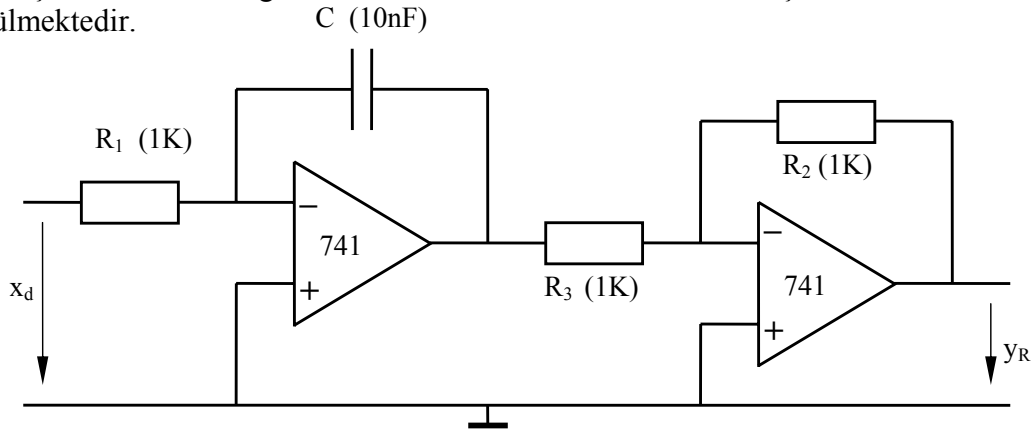
İntegral kontrol ünitesi genellikle oransal kontrol ünitesi ile birlikte PI-kontrol kombinasyonu olarak kullanılmaktadır.

Şekil 2.23'teki grafiklerde ise bir integral kontrol ünitesinin, girişine gelen değişik şekillerdeki kontrol farkına gösterdiği reaksiyon görülmektedir.



Şekil 2.23:İntegral kontrol ünitesinin girişindeki kontrol farkına tepkileri

Şekil 2.24'te integral kontrol ünitesinin OP-AMP ile oluşturulan elektronik devresi görülmektedir.



Şekil 2.24:Op-Amp ile integral kontrol ünitesi

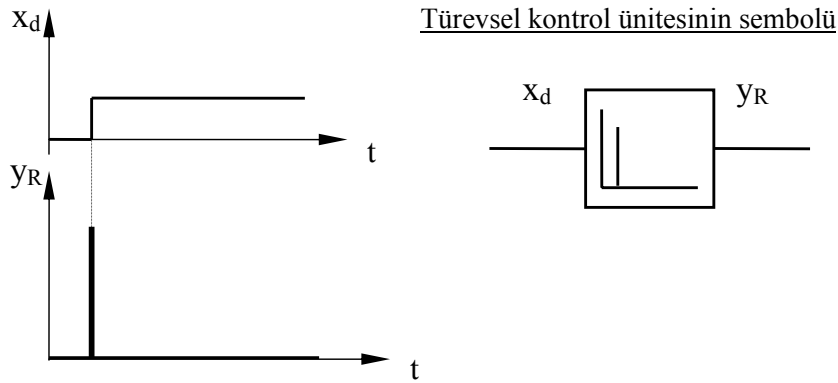
Şekil 2.24'teki integral devresine deney için örnek değerler verilmiştir. Müteakip OP-AUP devresinin yükseltme faktörü; $K_p = R_2 / R_3 = 1K / 1K = 1$ olup bu devre sadece faz çevirme işi yapmaktadır.

Not: Devredeki R_1 direnci ve özellikle C kondansatörünün değerleri değiştirilerek T_i integral (kontrol süresi) kontrol edilen sisteme uygun şekilde ayarlanabilir.

➤ Türevsel Kontrol (D - Kontrol) Ünitesi

Türevsel kontrol ünitesi sadece x_d kontrol farkı değişikliklerine reaksiyon gösterir, yani ancak kontrol farkı değişirse y_R kontrol büyüklüğünü çıkartabilir. Bu nedenle D kontrol üniteleri sabit kalan kontrol farklarını yok etmek üzere tek başlarına kullanılamaz! Sadece P ve PI kontrol üniteleri ile birlikte kombinasyonları yapılmaktadır.

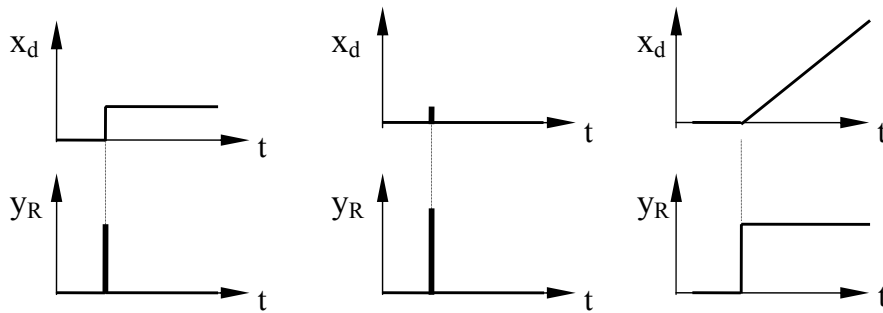
Şekil 2.25'te bir türevsel kontrol ünitesinin basamak fonksiyonuna reaksiyonu görülmektedir.



Şekil 2.25: Türevsel kontrol ünitesinin basamak fonksiyonuna tepkisi

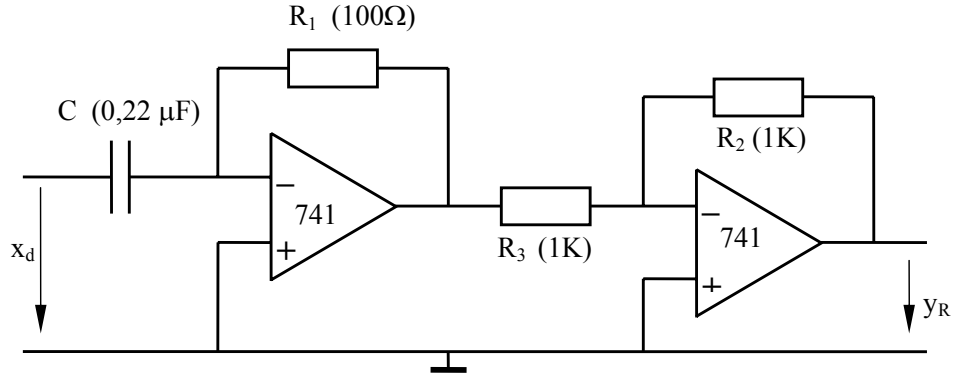
Kontrol büyüklüğünün (y_R) değişimi, kontrol farkının (x_d) değişim hızı ile doğru orantılıdır. Kontrol farkının değişim hızı ne kadar büyükse çıkış, yani; kontrol büyüklüğünün değeri de o kadar fazla olur.

D kontrol üniteleri genellikle sistemlerdeki yüksek frekanslı ani gelişen bozucu (parazit) büyüklüklere reaksiyon gösterir ve özellikle bu parazitleri yok etmek için kullanılır. Ayrıca D kontrolün PD ve PID kombinasyonlarında “Overshoot-Undershoot” denilen gerçek değer, set değerinin altına veya üstüne doğru aşırı şekilde değişimlerini azaltmada etkisi vardır. Şekil 2.26'daki grafiklerde ise bir türevsel kontrol ünitesinin, girişine gelen değişik şekillerdeki kontrol farkına gösterdiği reaksiyon görülmektedir.



Şekil 2.26: Türevsel kontrol ünitesinin girişindeki kontrol farkına tepkileri

Şekil 2.27’de türevsel kontrol ünitesinin OP-AMP ile oluşturulan elektronik devresi görülmektedir.



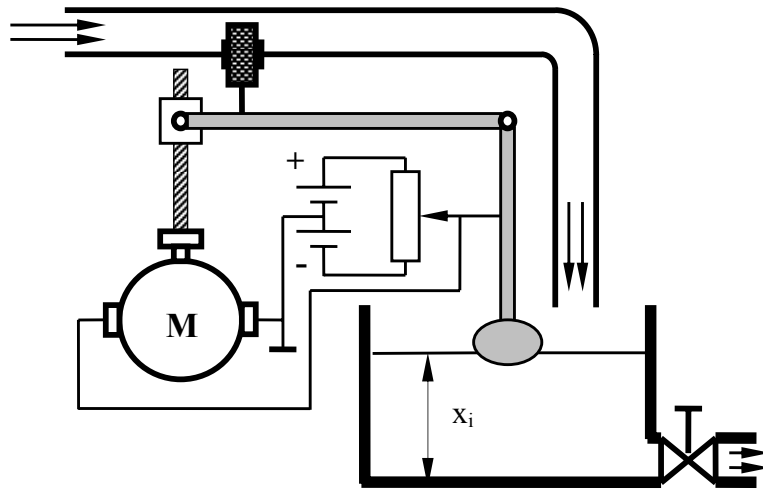
Şekil 2.27:Op-Amp ile türevsel kontrol ünitesi

Şekil 2.27’deki türevsel kontrol devresine deney için örnek değerler verilmiştir. Müteakip OP-AUP devresinin yükseltme faktörü; $K_p = R_2 / R_3 = 1K / 1K = 1$ olup bu devre sadece faz çevirme işi yapmaktadır.

Not: Türevsel kontrol ünitesi kullanılarak yok edilmesi gereken parazit sinyalin (z) hızlılığına, yani frekansına göre kapasite değeri uygun şekilde değiştirilerek parazit sinyalin frekansındaki türev (D-kısımlı) etkisi ve böylece reaksiyon seviyesi artırılabilir veya azaltılabilir.

➤ Oransal+Integral Kontrol (Pİ - Kontrol) Ünitesi

Şekil 2.28’de oransal + integral kontrole mekaniksel bir örnek görülmektedir.



Şekil 2.28: Mekaniksel oransal + integral kontrol

Bu mekaniksel örnekte sıvı çıkış valfinin aniden açılmasıyla seviyenin aniden düşeceği düşünülürse, şamandıra bu seviye değişikliğini direkt olarak giriş valfine ve potansiyometreye iletir.

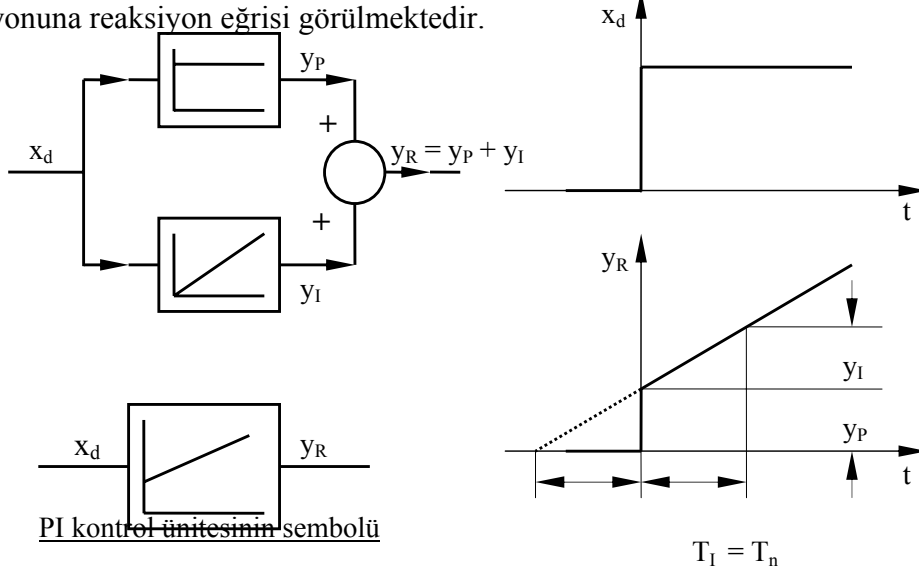
Böylece giriş valfi hemen belli bir miktar açılır (P etkisi). Motora gerilim gelmesi ve motor milinin dönmesi ile birlikte giriş valfinin hareketi yavaş ve doğrusal olarak sıvı girişini artıracak yönde olacaktır (I etkisi).

Seviye istenen değere yaklaştıkça şamandıra yükselir, valf hem şamandıra manivelası üzerinden direkt, hem de motor mili üzerinden yavaş yavaş kapanmaya başlar ve motora giden gerilim gittikçe azalır giden ve gelen sıvı miktarı eşitlendiğinde motor durur. Böylece seviye istenen değere gelmiştir ve kontrol ünitesinin reaksiyonu biter.

Bu olayın tersinde ise; sıvı çıkışının azalmasıyla seviyenin aniden yükseleceği düşünülürse, şamandıra bu seviye değişikliğini direkt olarak giriş valfine ve potansiyometreye iletir. Böylelikle giriş valfi hemen belli bir miktar kapanır (P etkisi).

Motora ters yönde gerilim gelmesi ve motor milinin diğer yöne dönmesi ile birlikte giriş valfinin hareketi yavaş ve doğrusal olarak sıvı girişini azaltacak yönde olacaktır (I etkisi). Seviye istenen değere yaklaştıkça şamandıra alçalır, valf hem şamandıra manivelası üzerinden direkt, hem de motor mili üzerinden yavaş yavaş hareket eder ve motora giden gerilim gittikçe azalarak giden ve gelen sıvı miktarı eşitlendiğinde motor durur. Böylece seviye istenen değere tekrar gelmiştir ve kontrol ünitesinin reaksiyonu biter.

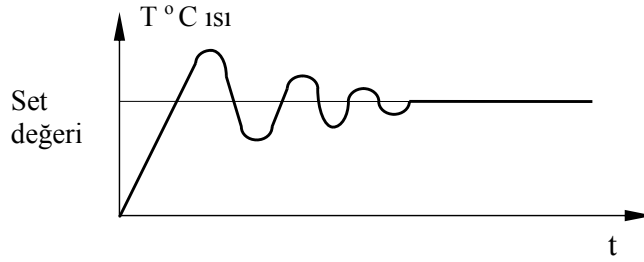
PI kontrol; bir oransal bir de integral kontrol ünitesinin birleşiminden oluşmaktadır (Şekil 2.29). Bu tür kombinasyonlarda çıkışlar, kısa devre yaratabileceğinden direkt olarak birbirlerine bağlanamaz. Ancak bir toplayıcı üzerinden birleşik sinyal (kontrol büyüklüğü y) elde edilebilir. Aşağıda bu kombinasyona ait blok şema ve PI kontrol ünitesinin basamak fonksiyonuna reaksiyon eğrisi görülmektedir.



Şekil 2.29: PI kontrol ünitesinin basamak fonksiyonuna tepkisi

Oransal+İntegral kontrol ünitesi kontrol farklarını, I kontrol ünitesine göre T_n süresi kadar daha hızlı yok eder ve kalıcı kontrol farkı oluşturmaz. Kontrol edilen sistemin x_i gerçek değeri, w anma değerine (set değeri) eşitlenir.

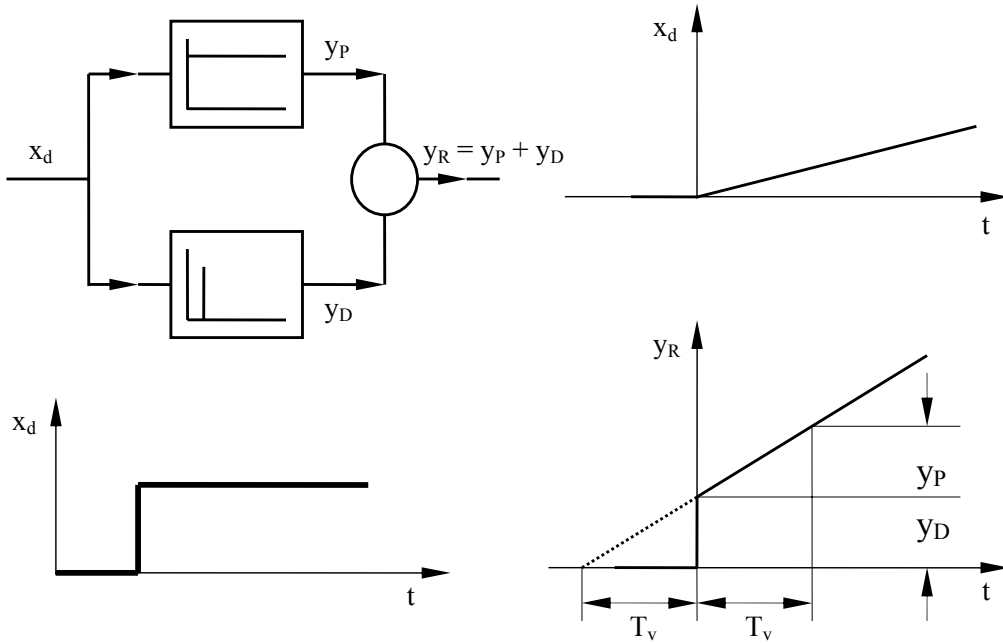
Oransal+İntegral kontrol ünitesi ile ısıtma sisteminin kontrol edilmesi tekrar örnek olarak alınırsa, sistemin sıcaklığı ilk başlatmada set değerini geçer ve önemli bir miktar yükselme yapar (Overshoot). Set değeri etrafında birkaç salınım yaptıktan sonra set değerine oturur. Bu PI kontrol ünitesinin en belirgin özelliğidir (Şekil 2.30).



Şekil 2.30: PI sisteminin reaksiyon eğrisi

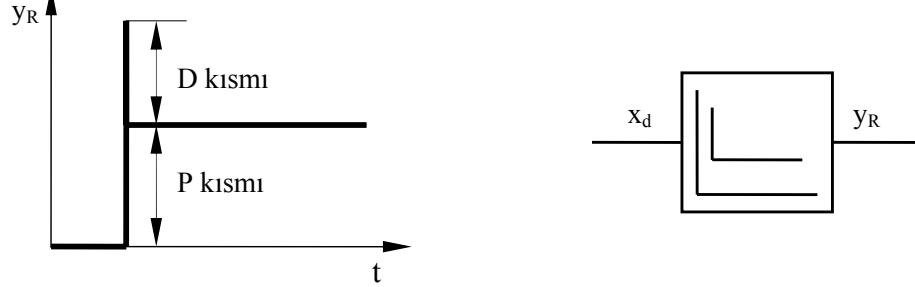
➤ Oransal+Türevsel Kontrol (Pd - Kontrol) Ünitesi

PD kontrol; bir oransal bir de türevsel kontrol ünitesinin birleşiminden oluşmaktadır. Şekil 2.31'de bu kombinasyona ait blok şema ve PD kontrol ünitesinin basamak fonksiyonuna reaksiyon eğrileri görülmektedir.



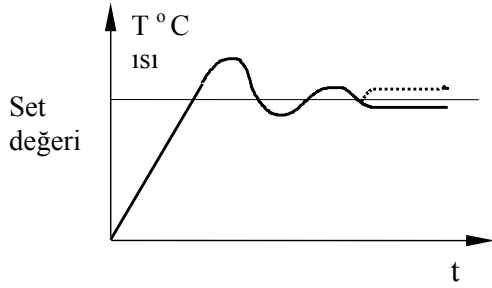
Şekil 2.31.a: PD kontrol ünitesinin basamak fonksiyonuna tepkisi

PD kontrol ünitesinin sembolü



Şekil 2.31.b: PD kontrol ünitesinin basamak fonksiyonuna tepkisi

PD kontrol ünitesi, P kontrol ünitesine göre T_v süresi kadar daha hızlıdır ve kontrol farkının değişimlerine daha hızlı reaksiyon gösterir, fakat x_d kalıcı kontrol farkını tamamen yok edemez. T_v süresi artırıldıkça türev (D) etkisi artar.



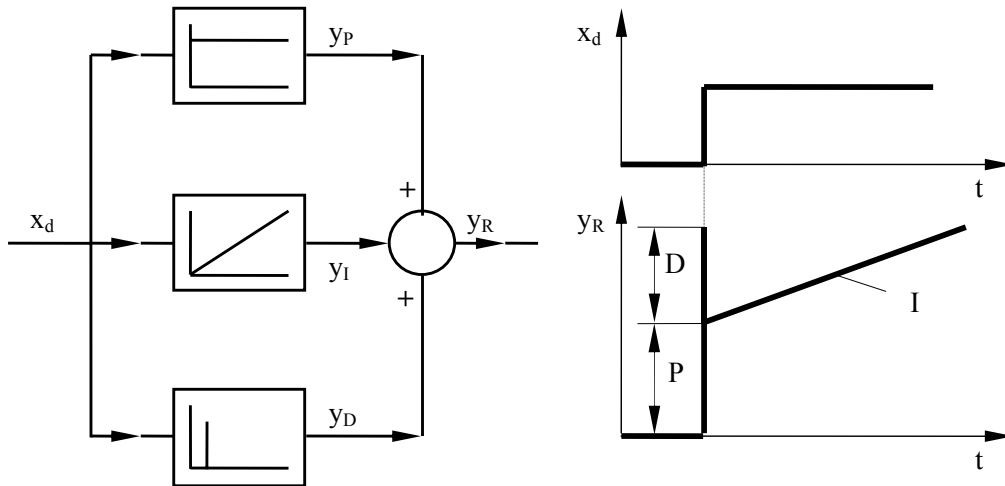
PD kontrol ünitesi ile ısıtma sisteminin kontrol edilmesi örnek olarak alınırsa, D etkisi sistem sıcaklığının set değeri üstüne (Overshoot) ve altına doğru (Undershoot) gelişen taşmalarını azaltır.

Buna karşılık bir miktar kontrol farkı oluşur (Şekil 2.32).

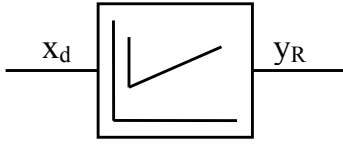
Şekil 2.32: PD sistemin reaksiyon eğrisi

➤ Oransal+integral+türevsel kontrol ünitesi (pid -kontrol)

PID kontrol; oransal, integral ve türevsel kontrol ünitelerinin birleşiminden oluşmaktadır. Şekil 2.33'te bu kombinasyona ait blok şema ve PID kontrol ünitesinin basamak fonksiyonuna reaksiyon eğrisi görülmektedir. PID sembolü bu üç kontrol ünitesini temsil eder (Şekil 2.34).



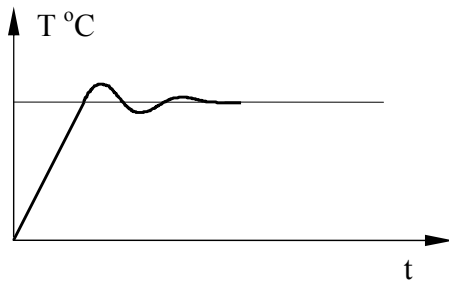
Şekil 2.33: PID kontrol ünitesinin blok şeması ve basamak fonksiyonuna reaksiyon eğrisi



PID kontrol ünitesi diğerlerine göre daha hızlıdır ve kontrol farkını çabuk ve tamamen yok eder. PID kontrol ünitesi, kontrol edilmesi gereken bir sistemin aradığı tüm özelliklere sahiptir ve kolayca uyum sağlar.

Şekil 2.34: PID kontrol sembolü

Kontrolü güç, karmaşık ve P, PI veya PD kontrol ünitelerinin yeterli olmadığı sistemlerde PID kontrol ünitesinin kullanılması gereklidir.

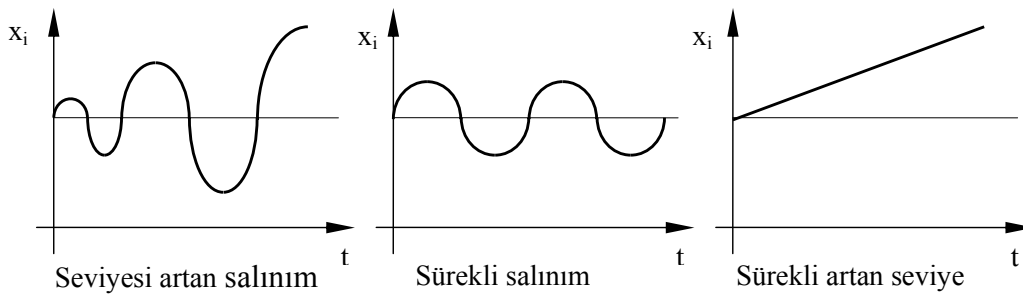


Isıtma sisteminin kontrol edilmesi yine örnek olarak alınırsa; P kontrolde oluşan kontrol farkı, PI kontrol ile giderilir ve D etkisi ile de sistem sıcaklığının set değerinin üstüne (Overshoot) ve altına doğru (Undershoot) gelişen taşmaları minimum seviyeye indirilir veya PID parametreleri uygun şekilde ayarlanarak tamamen kaldırılır (Şekil 2.35).

Şekil 2.35: PID sistemin reaksiyon eğrisi

➤ Sürekli Kontrol Ünitelerinin Ayarlanması Ve Kararlılık

Sürekli kontrol üniteleri ile kontrol edilen sistemlerde; gerçek değer (x_i) anma değerinin (w) değişimlerinden sonra sabit bir değere geliyorsa, yani set değerine oturup kalıyorsa, o takdirde sistem kararlı çalışıyordur. Aksi takdirde sistem kararsız çalışıyordur. Aşağıdaki şekillerde kararsız çalışmaya örnekler görülmektedir.

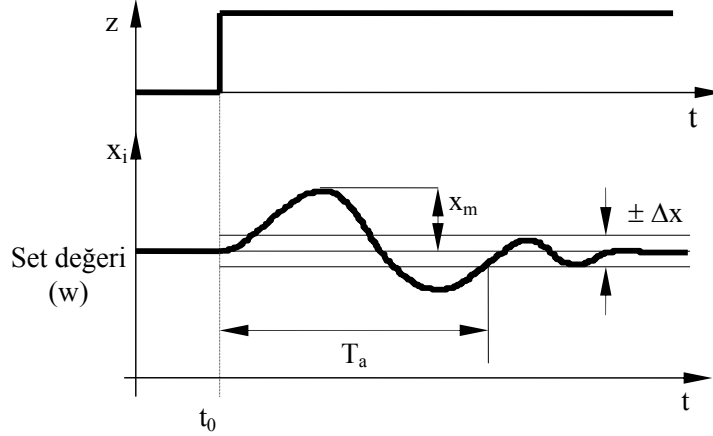


Şekil 2.36: Kararsız çalışma örnekleri

Kontrol edilecek sistemde (ısı, sıvı seviye, motor devir kontrol vb. gibi) değişiklik yapılamayacağına göre, kontrol ünitesi bu sisteme uygun seçilmeli ve ayarlanmalıdır.

Aşağıdaki kontrol üniteleri ve sistemler arasındaki kombinasyonlar iyi nitelikte bir kontrol sağlayabilmektedir.

P - Kontrol Ünitesi	→	PT_1	PT_2	PT_K	I sistemleri ile;
I - Kontrol Ünitesi	→	P	PT_1	T_t	sistemleri ile;
PI - Kontrol Ünitesi	→	PT_2	PT_K	I	sistemleri ile;
PID - Kontrol Ünitesi	→	PT_2	PT_K	I	sistemleri ile kullanılabilir.



Şekil 2.37:Bozucu büyüklük etkisinden sonra set değerine oturma

Bir önceki sayfada sisteme bozucu büyüklük (z) etki ettikten sonra, gerçek değer gösterdiği değişim ve tekrar set değerine oturması görülmektedir (Şekil 2.37).

Burada kontrolün niteliği, yani iyi olup olmadığı; (x_i) sistem gerçek değerinin set değerini aşma (Overshoot) miktarına (x_m) ve tolerans sınırının içersine girene kadar geçen süreye (T_a) bağlıdır. Bu iki değer ne kadar küçükse kontrol o kadar iyidir.

Kontrol değerlerinin ayarlanması

Ayar edilecek değerler:

P - Kontrol Ünitesi:	$T_n (T_I) = \text{İntegral süresi}$
I - Kontrol Ünitesi :	$T_v (T_D) = \text{Türev süresi}$
D - Kontrol Ünitesi :	$K_p = \text{Aktarma katsayısı (Orantı veya yükseltme faktörü)}$

Değerlerin tablolar yardımı ile ayarlanması

1. Ziegler - Nichols yöntemi

Bu yöntemde; PID kontrol ünitesi önce P kontrol ünitesi olarak devreye alınır. Sonra sistemde sürekli salınımlar oluşuncaya kadar kontrol ünitesinin K_p yükseltme faktörü artırılır. K_p ' nin bu değerine K_{pkrit} (kritik yükseltme faktörü) ve o sırada oluşan salınının periyot süresine de T_{krit} (kritik periyot süresi) adı verilir.

Sistem hangi kontrol ünitesi veya kombinasyonu ile çalıştırılacak ise ayarlar aşağıdaki tabloya bakılarak yapılır.

2. Chien - Hrones - Reswick yöntemi

Salınıma yatkın olmayan ya da salınım yapması tehlike yaratabilecek sistemlerde ve bozucu büyüklük ile kontrol büyüklüğünün ani değişimlerine izin verilen sistemlerde; kontrol parametreleri, sistemin T_u (gecikme süresi), T_g (zaman sabitesi) ve K_S (sistem yükseltme katsayısı) değerlerine göre ayarlanır.

Kontrol Ünitesi	Ziegler - Nichols	Chien - Hrones - Reswick
P	$K_p = 0,5 K_{pkrit}$	$K_p = T_g / K_S T_u$
PI	$K_p = 0,45 K_{pkrit}$ $T_n = T_I = 0,85 T_{krit}$	$K_p = 0,9 T_g / K_S T_u$ $T_n = 3,3 T_u$
PID	$K_p = 0,6 K_{pkrit}$ $T_n = T_I = 0,5 T_{krit}$ $T_v = T_D = 0,125 T_{krit}$	$K_p = 1,2 T_g / K_S T_u$ $T_n = 2 T_u$ $T_v = 0,5 T_u$

$$K_S = \text{Sistem değerinin değişimi} / \text{Kontrol büyüklüğünün değişimi} = \Delta x / \Delta y$$

UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kontrol edilecek sistem tiplerini biliniz. ➤ Kontrol edeceğiniz sistemi çok iyi tanıyınız. ➤ Kontrol ünitelerini çok iyi tanıyınız ve ayırt ediniz. ➤ Endüstride otomasyon uygulanacak veya uygulanmış olan bir makinenin üzerinde kullanılan sistemleri ayırt ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çalışma alanının temiz ve düzenli olmasına dikkat ediniz. ➤ Düzenli çalışınız. ➤ Cihazın veya aracın kataloğunu hazırlayınız. ➤ Sistemi gözlemlemeyi arkadaşlarınızla yapınız ve fikirlerinizi birbirinizle paylaşınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kontrol edeceğiniz sisteme uygun kontrolör veya kumanda elemanı seçiniz. ➤ Şekil 2.20'deki OP-AMP ile oransal kontrol ünitesi devresini kurunuz. ➤ Seçtiğiniz kontrolör veya kumanda elemanının ayarlarını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kontrol edilecek sistemin kataloğunu hazırlayınız. ➤ Ayar için gerekli takım ve ayardanlıkları önceden hazırlayınız. ➤ Ayardan sonra arkadaşlarınızla bir ayar işlem sırası hazırlayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

SORULAR

- 1) Oransal (P) kontrol ünitesinin özelliklerini yazınız.
- 2) Bir integral (I) kontrol ünitesinin elektronik devresini çiziniz.
- 3) Bir türevsel kontrol (D) neden tek başına kullanılamıyor. Açıklayınız.
- 4) Sürekli ve süreksiz kontrol ünitelerinin farklarını birer örnekle açıklayınız.
- 5) Bir kontrol sisteminin en iyi ayarlandığı nerelerden anlaşılır?
- 6) Kontrol ünitelerinin ayarlanmasında kullanılan “Ziegler-Nichols” ve “Chien-Hrones-Reswick” yöntemlerini açıklayınız.

PERFORMANS TESTİ

KONTROL LİSTESİ

GÖZLENECEK ÖLÇÜTLER		Evet	Hayır
1	Çalışma ortamının temiz ve düzenli olmasına dikkat ettiniz mi?		
2	Cihazın veya aracın kumanda ve kontrol sistemine ait kataloglarını hazırladınız mı?		
3	Cihazın veya aracın kontrol ünitelerini ayırt ettiniz mi?		
4	Kontrol edeceğiniz sisteme uygun kontrolör veya kumanda elemanı seçtiniz mi?		
5	Şekil 2.20'deki op-amp ile oransal kontrol ünitesi devresini kurdunuz mu?		
6	Seçtiğiniz kontrolör veya kumanda elemanının ayarlarını yaptınız mı?		

Not: İşlem basamaklarını yaptıktan sonra kontrol listesinde işaretleme yapınız. Cevaplarınızın tamamının evet olması gerekir. Cevaplarınızda hayır olan davranışları öğretmeninizin kontrolünde tekrar yapınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti ile kumanda ve kontrol sistemlerini tanıyacak, sorunları standarda uygun olarak giderebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çevrenizde bulunan araçlarda veya üretim sistemlerinde yapılan kumanda ve kontrol işlemlerinin neler olduğunu gözlemleyiniz. Günlük hayatta mevcut kumanda ve kontrollerin nasıl yapıldığı hakkında bilgi edininiz, edindiğiniz bilgileri rapor haline dönüştürüp grubunuza sunum yaparak paylaşınız.

3. KUMANDA VE KONTROL

Kumanda ve kontrol tekniği hakkında bilgi edinmeden önce bu kavramların anlamlarının iyi bilinmesi ve birbirlerinden ayırt edilmesi gerekmektedir.

3.1. Günlük Hayattaki Kumanda ve Kontrol Olayları

Günlük hayatta birçok konuda kumanda ve kontrol yapmaktayız.

Örneğin bir elektrik düğmesiyle bir lambayı açıp kapatıyoruz, bir elektrikli cihazı kumanda düğmesinden açıp kapatıyoruz. Bir elektrikli fırında veya buzdolabında ise sadece kumanda değil, bunun yanında kontrol da yapılmaktadır.

Isının belli dereceye ayarlanması ve bu ısıda kalabilmesi birer kontrol örneğidir veya çamaşır makinesinde bir kurutma için ayarlanan motor devir sayısı, ayarlanan hızda sabit tutulmak üzere kontrol edilmektedir.

3.2. Kumandanın Anlamı ve Kumanda Örnekleri

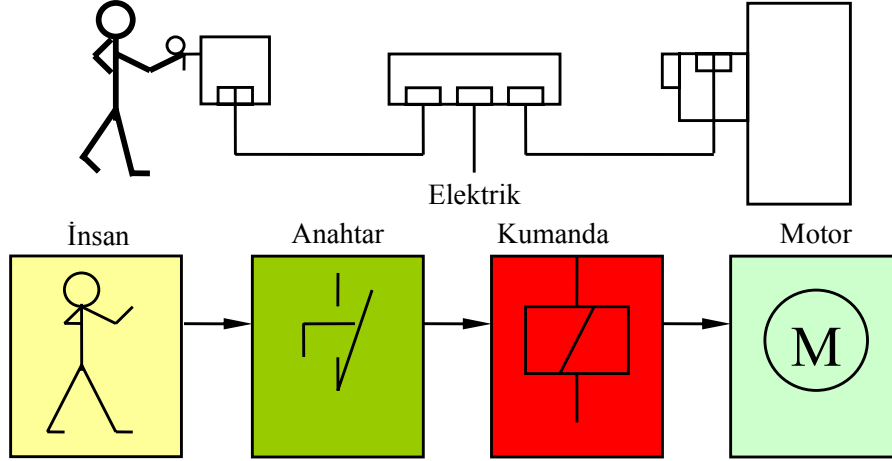
Herhangi bir sistemi bir anahtar, röle veya kontaktör devresi ya da PLC üzerinden açma kapama, belli bir süre çalıştırıp durdurma gibi işlemlerdir.

Kumanda işleminde geri besleme yoktur; yani sistem fonksiyonunu normal şekilde yapar ve kumanda devresi tarafından sisteme müdahale edilmez, çünkü kumanda devresinin görevi o sistemi otomatik olarak açmak ve belli bir süre sonra kapatmaktır.

Örneğin, bir motor çalıştırılıyorsa, motor standart devrinde döner. Yüklenme veya gerilim değişiklikleri gibi durumlarda devir sayısının değişmesi kaçınılmazdır.

Eğer devir sayısının her türlü koşulda sabit tutulması gerekiyorsa o takdirde bu motorun kontrol sistemi ile **kontrol** edilmesi gerekir.

Şekil 3.1’de kumanda işlemine bir örnek görülmektedir.



Şekil 3.1: Bir motorun kumandası

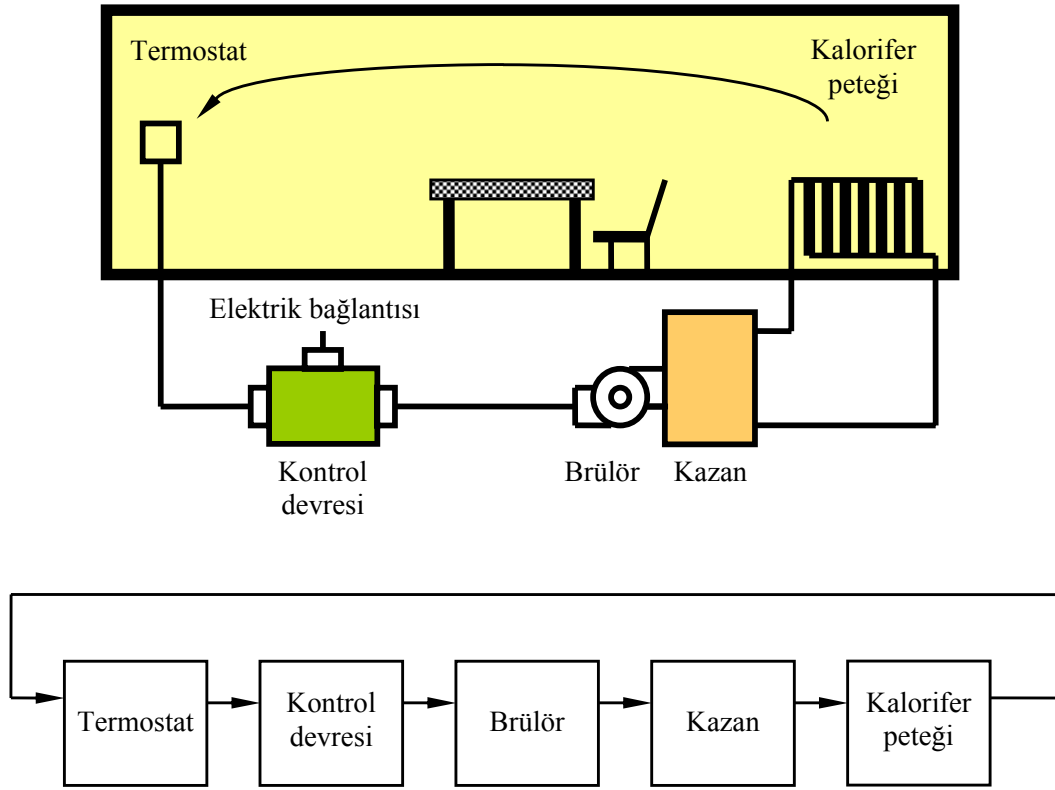
3.3. Kontrol ve Kontrol Örnekleri

Kontrol işlemi; bir sistemi belli şartlar altında çalıştırmak üzere, çalışma esnasında sistemin bulunduğu son durumunun sürekli ölçülmesi ve çalışma şartlarında değişiklik olmaya başlarken, derhal kontrol sistemi tarafından gerekli müdahalenin yapılması ile sistemin istenilen çalışma şartlarında kalmasının sağlanmasıdır.

Yani kontrol işleminde geri besleme vardır.

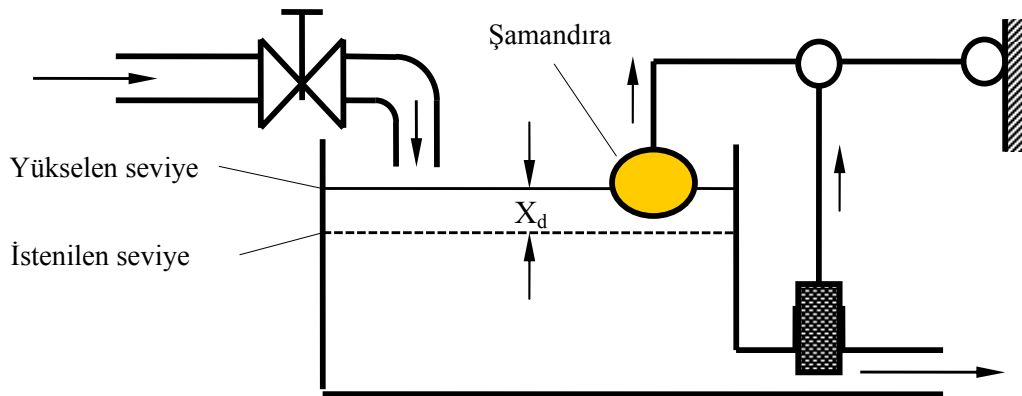
Örneğin bir motor, kontrol sistemi ile çalıştırılıyor ise burada motorun devir sayısı sürekli ölçülerek ani yüklenmeler veya gerilim değişikliklerinde henüz devir değişmeden kontrol ünitesi tarafından gerekli müdahalenin yapılması ve böylelikle devir sayısının her türlü şartta aynı kalmasının sağlanması ancak bir kontrol işlemi ile gerçekleştirilebilir.

Şekil 3.2’de kontrol işlemi örneği görülmektedir.



Şekil 3.2:Kalorifer kontrolü ve kontrolün blok şeması

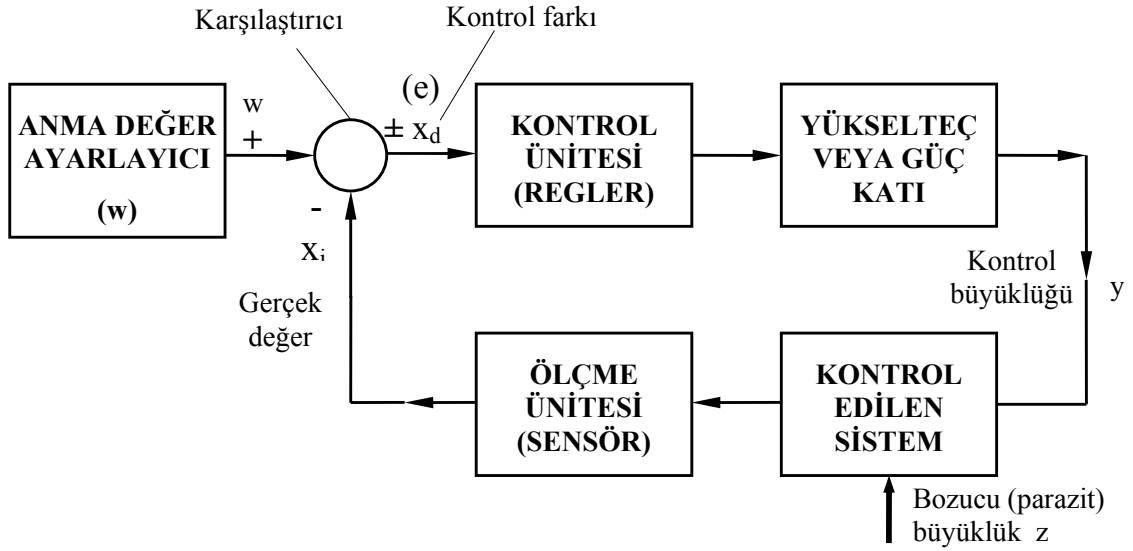
Kontrol işlemine bir mekanik örnek de şekil 3.3'te görülmektedir. Burada su seviye kontrolü yapılmaktadır.



Şekil 3.3:Su seviye kontrolü

3.4. Kontrol Devresinin Temel Yapısı ve İşlevi

Şekil 3.4’te bir kontrol sisteminin genel blok diyagramı görülmektedir.

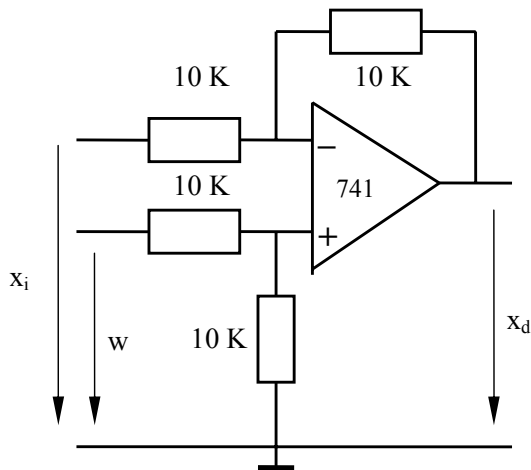


Şekil 3.4: Kontrol devresinin genel blok yapısı

➤ Anma değeri ayarlayıcı

Kontrol edilecek sistemin çalışması istenen veya gereken değerini belirleyen ve genellikle (0...+10V) ayarlı gerilim elde etmek üzere bir potansiyometreden meydana gelen bir devredir.

Karşılaştırıcı:



Şekil 3.5: Karşılaştırıcı

Yükseltme faktörü $V_u = 1$ olan bir OP-AMP ile yapılan fark alan devredir (Şekil3.5).

Örneğin;

$x_i = w = +5 \text{ V}$ ise $x_d = 0$ ’dır.

$x_i = +4,5 \text{ V}$ $w = +5 \text{ V}$ ise $x_d = +0,5 \text{ V}$

$x_i = +5,5 \text{ V}$ $w = +5 \text{ V}$ ise $x_d = -0,5 \text{ V}$ olur.

➤ **Kontrol ünitesi**

Kontrol edilecek sistemin cinsine göre gerekli kontrol büyüklüğünü (y) sağlayan devredir.

➤ **Yükselteç veya güç katı**

Kontrol ünitesinin sağladığı DC alçak gerilimi (Örn. ± 10 V) sistemin çalışacağı yüksek AC gerilimin çeviren bir güç katıdır. Bu devre tristör, triyak ve güç transistörlerinden oluşan modül şeklinde kompakt devredir ve güç elektroniği konusunu kapsamaktadır.

➤ **Kontrol edilen sistem**

Kontrol edilecek olan örneğin; motor, ısıtma sistemi, sıvı deposunun pompası v.b) bir elemanlardır.

➤ **Ölçme ünitesi**

Sistemin bulunduğu en son durumu gerilim olarak (gerçek değer x_i) karşılaştırmacıya gönderen devredir ve sensör + elektronik devreden oluşmaktadır. Bu kısımda fiziki büyüklükler (devir, ısı, ışık, seviye vb.) elektriksel büyüklüğe çevrilmektedir (bk. sensörler).

➤ **Bozucu (parazit) büyüklük (z)**

Kontrol edilmekte olan sisteme dışarıdan etki eden ve sistemin çalışma dengesini bozan etkenlerdir. Bir motor devir sayısının sabit tutulduğu kontrol sisteminde motorun yüklenmesi, motor geriliminin herhangi bir nedenle değişmesi veya ısı kontrol sisteminde ortam ısının pencere veya kapı açılmasıyla ani olarak düşmesi ya da sıvı seviye kontrol sisteminde depodaki sıvının harcanmasındaki azalış çoğalmalar birer bozucu büyüklüktür.

➤ **Kontrol devresinin çalışması**

Kontrol edilen sistem istenilen anma değerinde çalışıyorsa ($x_i = w$), kontrol farkı (x_d) sıfır olur. Böylece kontrol ünitesi bir reaksiyon göstermez ve sistem normal çalışmasına devam eder.

Sistemin çalışması herhangi bir bozucu büyüklüğün etkisiyle anma değerinin altına inmeye başlarsa (örneğin; motor devir kontrol sisteminde yüklenme ile devirin düşmeye başlaması), $x_i < w$ olacağı için x_d pozitif değerler alır ve kontrol ünitesi voltajı artırıcı yönde reaksiyon göstererek düşmekte olan devri normal anma değerine hemen getirir.

Fakat sistemin çalışması herhangi bir bozucu büyüklüğün etkisiyle anma değerinin üstüne çıkmaya başlarsa (örneğin; motor devir kontrol sisteminde yükün aniden boşalması ile devirin yükselmeye başlaması), $x_i > w$ olacağı için x_d negatif değerler alır ve kontrol ünitesi voltajı azaltıcı yönde reaksiyon göstererek yükselmekte olan devri normal anma değerine hemen getirir.

UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
<ul style="list-style-type: none">➤ Kumanda ve kontrol arasındaki farkı iyi biliniz.➤ Bir kumanda ve bir kontrol devresi hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma alanının temiz ve düzenli olmasına dikkat ediniz.➤ Gerekli takım ve avaranlıkları önceden hazırlayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kontrol veya kumanda sistemlerinde meydana gelen sorunları iyi biliniz.➤ Kontrol veya kumanda sistemlerinde meydana gelen sorunları nasıl gidereceğinizi iyi biliniz.➤ Arızalı kontrol veya kumanda sisteminin sorununu gideriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cihazın veya aracın katoloğunu ve varsa arıza karteksini hazırlayınız.➤ Gerekli takım ve avaranlıkları hazırlayınız.➤ Sökülen parçalarını yerleştirmek için iş tezgâhını hazırlayınız.➤ Varsa arıza arama prosedürünü takip ediniz.➤ Sonuçları kaydediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

SORULAR

- 1) “Kontrol” ile “kumanda” kavramlarını birer örnekle açıklayınız?
- 2) Bir kontrol devresinin blok şemasını çiziniz.
- 3) Bir kontrol devresinin ünitelerinin tek tek ne işe yaradığını yazınız.

PERFORMANS TESTİ

KONTROL LİSTESİ

GÖZLENECEK DAVRANIŞLAR		Evet	Hayır
1	Çalışma ortamının temiz ve düzenli olmasına dikkat ettiniz mi?		
2	Cihazın veya aracın kumanda ve kontrol sistemine ait kataloglarını hazırladınız mı?		
3	Bir kumanda devresi hazırladınız mı?		
4	Kontrol veya kumanda sistemlerinde meydana gelen sorunları gözlemlediniz mi?		
5	Kumanda ve kontrol devresinin farklarını ayırt edebiliyor musunuz?		
6	Şekil 2.20'deki op-amp ile oransal kontrol ünitesi devresini kurdunuz mu?		
7	Arızalı kontrol veya kumanda sisteminin sorununu giderdiniz mi?		

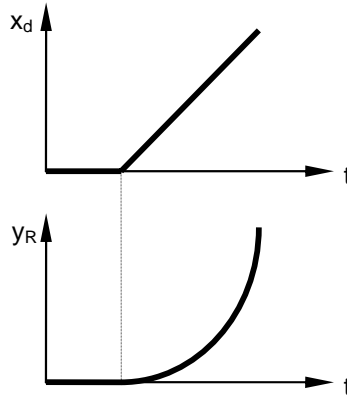
Not: İşlem basamaklarını yaptıktan sonra kontrol listesinde işaretleme yapınız. Cevaplarınızın tamamının evet olması gerekir. Cevaplarınızda hayır olan davranışları öğretmeninizin kontrolünde tekrar yapınız.

MODÜL DEĞERLENDİRME

A) ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR

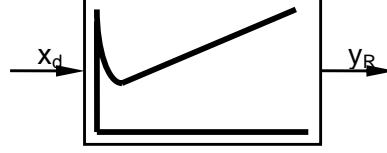
- 1) Bir Schmitt-Trigger devresinin özelliğine ve kullanım amacına uymayan şık aşağıdakilerden hangisidir?
A) On-Off (2-Nokta Kontrol) kontrol devresi olarak kullanılır
B) 0 - 1 çıkış ve 1 - 0 iniş süreleri uzun olan kare dalga gerilimlerin çıkış iniş sürelerini kısaltmakta kullanılır
C) Gelişigüzel olan analog gerilimleri kare dalgaya çevirmeye yarar
D) Kısa süreli kare dalga palslerin sürelerini uzatmakta kullanılır
E) Bozuk kare dalgaları keskin kenarlı ideal kare dalgaya çevirir
- 2) Otomatik Kumanda tekniğinde “Kontrol” ve “Kumanda” birbirlerinden farklı kavramlardır. Aşağıdakilerden hangisi kontrol olayına uymamaktadır?
A) Bir kontrol işleminde kapalı devre çalışma sistemi vardır
B) Bir kontrol sisteminde çıkış sinyali geri beslenir
C) Bir kontrol işleminde bozucu parazit büyüklükler vardır
D) Bir kontrol devresinde her zaman kalıcı kontrol farkı olur
E) Bir kontrol sisteminde anma (referans=set değeri) ve gerçek değerler sürekli karşılaştırılırlar
- 3) Aşağıdaki sensörlerden hangisi, hassasiyet ayarı uygun şekilde yapıldıktan sonra plastik bir muhafaza kabı arkasından sıvı seviyesini algılayabilir?
A) İndüktif sensör
B) Ultrasonik sensör
C) Optik sensör
D) Kapasitif sensör
- 4) Aşağıda bir kontrol ünitesi girişine gelen kontrol farkı (x_d) ile kontrol ünitesinin reaksiyonu (y_R) görülmektedir. Bu reaksiyon hangi kontrol ünitesine aittir?

- A) P kontrol ünitesi
- B) I kontrol ünitesi
- C) D kontrol ünitesi
- D) On-Off kontrol ünitesi
- E) PD kontrol ünitesi



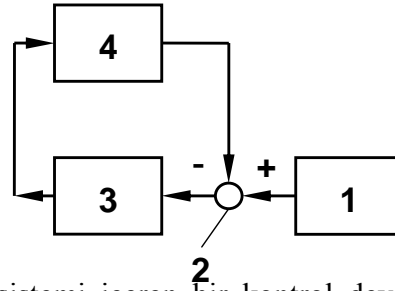
5) Aşağıda sembolü görülen kontrol ünitesinin adı nedir?

- A) PD Kontrol Ünitesi
- B) PI Kontrol Ünitesi
- C) PID Kontrol Ünitesi
- D) PID-T1 Kontrol Ünitesi
- E) D Kontrol Ünitesi



6) Aşağıda bir kontrol sisteminin blok diyagramı görülmektedir. 3 numaralı bloğun ismi nedir?

- A) Kontrol edilen sistem
- B) Karşılaştırıcı
- C) Anma değer ünitesi
- D) Kontrol ünitesi
- E) Ölçme ünitesi



7) İki nokta kontrol (On-Off) ve PT1 sistemi içeren bir kontrol devresinde histerisiz aralığı arttırılıyor. Bu işlemin etkisi ne olur?

- A) Açma-kapama frekansı yükselir.
- B) Açma-kapama olayı periyodik olmaktan çıkar.
- C) Açma-kapama frekansı azalır.
- D) Sistem daha hassas kontrol edilir.
- E) Uygulanan büyüklük sabit olduğundan hiç etkisi olmaz.

8) Bir sistemin, oransal kontrol ünitesi (P - Kontrol) ile kontrolünde x_d kalıcı kontrol farkı aşağıdaki durumlardan hangisinde **değişmez**?

- A) Bozucu büyüklüğün (z) artmasında
- B) Oransal bandın daraltılmasında
- C) Bozucu büyüklüğün sabit kalmasında
- D) KP oransal faktörün arttırılmasında
- E) Bozucu büyüklüğün (z) azalmasında

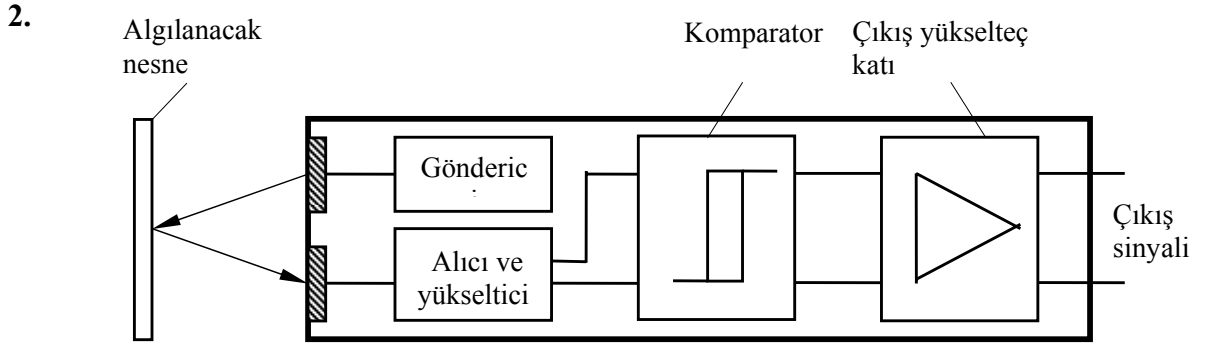
9) Bir kontrol işleminin niteliğini (kontrol kalitesi) belirleyen etkenlerden aşağıdaki hangisi **yanlıştır**?

- A) Kontrol ünitesinin, kontrol edilecek sisteme uygun olarak seçilmesi
- B) Kontrol ünitesinin uygun bir yöntemle ayarlanması
- C) Kontrol ünitesinin en iyi şekilde ayarlanması
- D) Gerçek değer, set değerini aşma miktarının küçük ve tolerans sınırının içersine girene kadar geçen sürenin kısa olması
- E) Gerçek değer, set değerini aşma miktarının küçük ve tolerans sınırının içersine girene kadar geçen sürenin uzun olması

CEVAP ANAHTARLARI

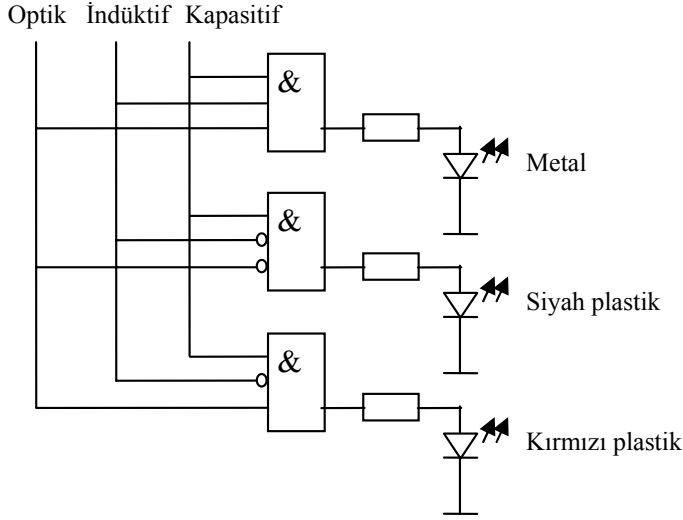
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1. Algılama aralığı (Histeresiz alanı) H: Manyetik alana sahip nesnenin sensörün aktif yüzeyine yaklaşırken varlığının hissedildiği çekme noktası ile uzaklaşırken bırakma noktası arasındaki mesafedir.



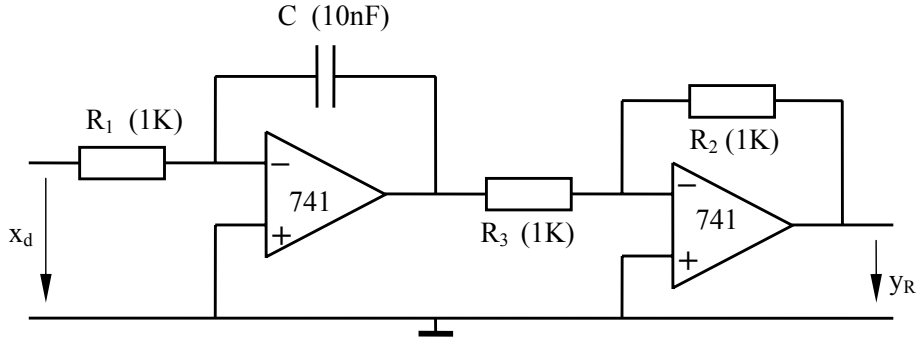
Algılanacak nesne sensöre yaklaştığında, göndericiden çıkan ışın nesne tarafından geriye yansıtılır ve bu yansıyan ışık alıcı yüzeye geri döner. Böylece ışının algılanması gerçekleşir ve elektronik devrede uygun yükseklikte gerilim seviyesine çevrilir ve bu seviye bir komparator (karşılaştırmacı) tarafından değerlendirilerek çıkış katına sinyal gönderilir. Çıkış katında anahtarlama işlemi yapılarak, sensör çıkış sinyali elde edilir. Ayrıca çıkış katında kısa devre ve aşırı akımdan koruma düzeni bulunmaktadır.

3. Çeşitli fonksiyonlar yapmak, çeşitli frekanslar elde etmek ve sabit ışık kaynaklarından etkilenmeyi önlemek için.
4. Optik ; metal ametal
Kapasitif ; metal ametal
İndüktif; sadece metal
Manyetik ; sadece manyetik alana sahip materyal
Ultrasonik; metal ametal
5. Optik sensör renk ayrımı için (parlak veya koyu renk), kapasitif sensör malzeme tespiti için (var veya yok), indüktif sensör metal algılamak için kullanılır.



ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1. Hızlı ve kontrol farkına (X_d) orantılı davranır. Kalıcı kontrol farkı oluşturur. Kontrol farkı olmadan çalışamaz. Bu yüzden gerçek değeri set değerine eşitleyemez.
- 2.



3. Sadece ani değişimlere reaksiyon gösterdiğinden tek başına kullanılamaz.
4. Sürekli kontrol: Motor devir kontrolü sürekli voltaj ayarı yapılarak devirin sabit tutulması.
5. Süreksiz kontrol: Termostat ile bir ısıtıcı kontrolü. Ya %100 enerji veya 0 enerji.
6. Taşma miktarının azlığından ve tolerans sınırına girme süresinin kısalığından anlaşılır.
7. Ziegler - Nichols yöntemi: Bu yöntemde; PID Kontrol ünitesi önce P kontrol ünitesi olarak devreye alınır. Sonra sistemde sürekli salınımlar oluşuncaya kadar kontrol ünitesinin K_p yükseltme faktörü artırılır. K_p 'nin bu değerine K_{pkrit} (kritik yükseltme faktörü) ve o sırada oluşan salınının periyot süresine de T_{krit} (kritik periyot süresi) adı verilir. Sistem hangi kontrol ünitesi veya kombinasyonu ile çalıştırılacak ise ayarlar aşağıdaki tabloya bakılarak yapılırlar.

8. Chien - Hrones - Reswick yöntemi: Salınıma yatkın olmayan ya da salınım yapması tehlike yaratabilecek sistemlerde ve bozucu büyüklük ile kontrol büyüklüğünün ani değişimlerine izin verilen sistemlerde; kontrol parametreleri, sistemin T_u (gecikme süresi), T_g (zaman sabitesi) ve K_S (sistem yükseltme katsayısı) değerlerine göre ayarlanırlar.

Kontrol Ünitesi	Ziegler - Nichols	Chien - Hrones - Reswick
P	$K_p = 0,5 K_{pkrit}$	$K_p = T_g / K_S T_u$
PI	$K_p = 0,45 K_{pkrit}$ $T_n = T_I = 0,85 T_{krit}$	$K_p = 0,9 T_g / K_S T_u$ $T_n = 3,3 T_u$
PID	$K_p = 0,6 K_{pkrit}$ $T_n = T_I = 0,5 T_{krit}$ $T_v = T_D = 0,125 T_{krit}$	$K_p = 1,2 T_g / K_S T_u$ $T_n = 2 T_u$ $T_v = 0,5 T_u$

$$K_S = \text{Sistem değerinin değişimi} / \text{Kontrol büyüklüğünün değişimi} = \Delta x / \Delta y$$

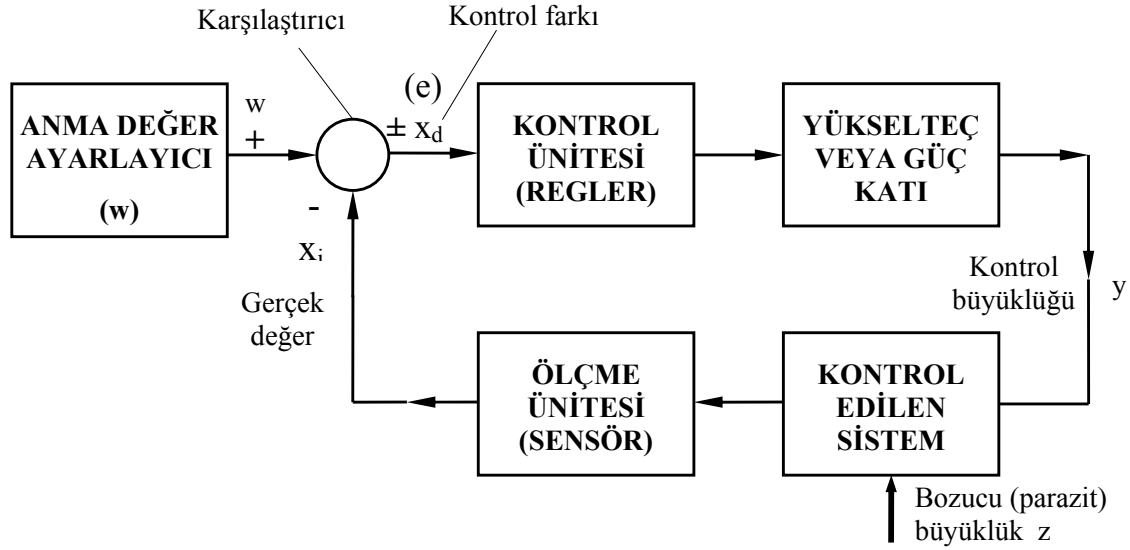
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1- Kumandalar, herhangi bir sistemi bir anahtar, röle veya kontaktör devresi yada PLC üzerinden açmak-kapamak, belli bir süre çalıştırıp durdurmak gibi işlemlerdir. Kumanda işleminde geri besleme yoktur. Örneğin bir motor çalıştırılıyorsa, motor standart devrinde döner.

Kontrol işlemi; bir sistemi belli şartlar altında çalıştırmak üzere, çalışma esnasında sistemin bulunduğu son durumunun sürekli ölçülmesi ve çalışma şartlarında değişiklik olmaya başlarken, derhal kontrol sistemi tarafından gerekli müdahalenin yapılması ile sistemin istenilen çalışma şartlarında kalmasının sağlanmasıdır.

Kontrol işleminde geri besleme vardır. Örneğin bir motor, kontrol sistemi ile çalıştırılıyor ise burada motorun devir sayısı sürekli ölçülerek ani yüklenmeler veya gerilim değişikliklerinde henüz devir değişmeden kontrol ünitesi tarafından gerekli müdahalenin yapılması ve böylelikle devir sayısının her türlü şartta aynı kalmasının sağlanması ancak bir kontrol işlemi ile gerçekleştirilebilir.!

2-



Şekil 3.4: Kontrol devresinin genel blok yapısı

3-

Anma değer ayarlayıcı

Kontrol edilecek sistemin çalışması istenen veya gereken değerini belirleyen bir devredir.

Karşılaştırıcı

Yükseltme faktörü $V_u = 1$ olan bir OPAMP ile yapılan fark alan devredir (Şekil3.5).

Kontrol ünitesi

Kontrol edilecek sistemin cinsine göre gerekli kontrol büyüklüğünü (y) sağlayan devredir.

Yükselteç veya güç katı

Kontrol ünitesinin sağladığı DC alçak gerilimi sistemin çalışacağı yüksek AC gerilime çeviren bir güç katıdır.

Kontrol edilen sistem

Kontrol edilecek olan örneğin; motor, ısıtma sistemi, sıvı deposunun pompası v.b. gibi elemanlardır.

Ölçme ünitesi

Sistemin bulunduğu en son durumu gerilim olarak (gerçek değer x_i) karşılaştırıcıya gönderen devredir ve sensör + elektronik devreden oluşmaktadır. Bu kısımda fiziki büyüklükler (devir, ısı, ışık, seviye v.b. gibi) elektriksel büyüklüğe çevrilmektedir (bkz: sensörler).

Bozucu (parazit) büyüklük (z)

Kontrol edilmekte olan sisteme dışarıdan etki eden ve sistemin çalışma dengesini bozan etkenlerdir.

Kontrol devresinin çalışması

Kontrol edilen sistem istenilen anma değerinde çalışıyorsa ($x_i = w$), kontrol farkı (x_d) sıfır olur. Böylece kontrol ünitesi bir reaksiyon göstermez ve sistem normal çalışmasına devam eder.

Sistemin çalışması herhangi bir bozucu büyüklüğün etkisiyle anma değerinin altına inmeye başlarsa (örneğin; motor devir kontrol sisteminde yüklenme ile devirin düşmeye başlaması), $x_i < w$ olacağı için x_d pozitif değerler alır ve kontrol ünitesi voltajı artırıcı yönde reaksiyon göstererek düşmekte olan devri normal anma değerine hemen getirir.

Fakat sistemin çalışması herhangi bir bozucu büyüklüğün etkisiyle anma değerinin üstüne çıkmaya başlarsa (örneğin; motor devir kontrol sisteminde yükün aniden boşalması ile devirin yükselmeye başlaması), $x_i > w$ olacağı için x_d negatif değerler alır ve kontrol ünitesi voltajı azaltıcı yönde reaksiyon göstererek yükselmekte olan devri normal anma değerine hemen getirir.

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	X
2	D
3	D
4	B
5	D
6	D
7	C
8	C
9	E

KAYNAKÇA

- Mutlugün Vedat, **Otomatik Kumanda Ders Notları.**
- Sharpenberg Werner, **Otomatik Kumanda Ders Notları.**
- Sensör Deney Kitabı .HPS.
- **PID Deney Kitabı .HPS**
- **Sensör katalogları .CE**
- **Sensör katalogları. SICK**
- www.ifmefector.com