

Multiturn Aktüatörler için Özgün Kontrol Ekranı Tasarımı ve Avantajları

Unique Control Display Design for Multiturn Actuators and Advantages

Ahmet Özkaya¹, Bekir Yıldız²

¹Ar-Ge Birimi

SMS Sanayi Malzemeleri Üretim ve Satışı A.Ş., Kocaeli
ahmet.ozkaya@smstork.com

²Makine Mühendisliği Bölümü

Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli
bekir.yildiz@smstork.com

Özetçe

Multiturn aktüatör, bir hareketi gerçekleştirmek için birden fazla tur dönme yeteneğine sahip olan bir aktüatör türüdür. Bu tür aktüatörler genellikle valf, kapı veya diğer mekanik sistemlerin kontrolünde kullanılır. Birden fazla tur dönme gerektiren uygulamalarda çok yönlü ve hassas bir hareket sağlarlar.

Kontrol yöntemine göre birçok farklı parametre değerinin ayarlanması gerekir. Ayrıca otomatik kontrol yönteminin yanında yerel kontrolün de gerektiği durumlar için ürün üzerinde kontrol elemanlarının olması gerekir.

Kontrol ve kalibrasyon için ya PLC tarzı kontrolörler ya da ürün üzerinde bulunan yerel ekranlar ve butonlar kullanılır.

Multiturn aktüatörün sağladığı hassas kontrol yeteneğinden ve diğer fonksiyonlarından en faydalı ve basit bir şekilde yararlanabilmek için özgün bir aktüatör kontrol ekranı tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Tasarım sonucunda hem üretim kolaylığı sağlanmış hem de su altında da çalışabilir bir ürün ortaya çıkmıştır.

Abstract

A multiturn actuator is a type of actuator that is capable of turning more than one turn to perform a movement. Such actuators are often used to control valves, gates or other mechanical systems. They provide a versatile and precise movement in applications that require multiple turns.

Many different parameter values need to be set according to the control method. Besides automatic control method, there should be control elements on the product in cases where local control is required.

For control and calibration, either PLC style controllers or local screens and buttons on the product are used.

In order to benefit from the precise control capability and other functions of the multiturn actuator in the most beneficial and simple way, a unique actuator control screen design has been realized.

As a result of the design, both ease of production is provided and a product that can work underwater has emerged.

1. Giriş

Aktüatörler, elektrik, hidrolik veya pnömatik güç kullanarak bir sistemde hareket yaratmak veya sistemi kontrol etmek için kullanılan cihazlardır. Genellikle çeşitli endüstrilerde otomasyon sistemleri, robotik uygulamalar, makine kontrolü ve benzeri alanlarda kullanılırlar [1].

Bu cihazlar valfleri açma/kapatma, kolları döndürme, pistonları hareket ettirme gibi çeşitli işlevleri yerine getirirler. Bu sayede çeşitli makinelerin, robotların veya sistemlerin kontrol edilmesi sağlanabilir.

Aktüatörler, bir giriş sinyaline yanıt vererek mekanik bir hareket veya kuvvet üretir. Kontrol yöntemine göre çok çeşitli aktüatörler vardır. Elektrikli aktüatörler, elektrik motorlarını kullanarak elektrik enerjisini mekanik harekete dönüştürürler. Hidrolik aktüatörler, sıvı basıncını kullanarak hareket sağlarken pnömatik aktüatörler ise basınçlı hava kullanarak mekanik hareket üretirler [2].

Multiturn aktüatörler ise elektrikli aktüatör grubunun bir türü olup büyük vanaları açmak ve kapamak için kullanılırlar. Tam dönme veya çoklu dönme hareketini gerçekleştirebilme özelliğine sahiptir. Diğer aktüatörler genellikle sınırlı bir dönme açısıyla sınırlanırken, Multiturn aktüatörler birden fazla tur yapabilme yeteneğine sahiptir. Bu sebeple içlerinde elektronik ya da mekanik tur sayaçları vardır.

Multiturn aktüatörlerin hassas kontrol ve pozisyon ayarı gerektiren uygulamalarda avantajı vardır. Birden fazla tur dönme yeteneği sayesinde, daha geniş bir hareket aralığında daha hassas ve kontrol edilebilir pozisyonlama sağlanabilir. Genellikle bir giriş sinyaline tepki vererek bir çıkış hareketi veya gücü üretirler. Bu giriş sinyalleri 4-20 mA, 2-10 VDC gibi oransal çalıştıran analog kontrol sinyalleri olabildiği gibi, tam aç/ tam kapat ya da dijital veri komutları da olabilir [3].

2. Amaç

Multiturn aktüatörlerin sağladığı özelliklerin kullanıcı tarafından efektif bir biçimde kontrol edilebilmesi ve izlenmesi için özgün bir kullanıcı arayüzüne ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma kapsamında temelde rakip ürünlerle aynı işlevi gerçekleştiren, ancak bunu hem daha kullanıcı dostu bir arayüz ile gerçekleştiren hem de üretim kolaylığı, sadelik ve yüksek koruma sınıfında bir ürün tasarımı ve üretimi hedeflenmiştir.

Özgün kontrol ekranı tasarımının aşağıdaki avantajları sağlanması amaçlanmıştır:

- **Kullanım Kolaylığı:** Kullanıcı dostu bir arayüz için özel olarak tasarlanmış kontrol paneli, kullanıcıların aktüatörü kolayca kontrol etmelerini ve işlevlerini anlamalarını sağlar. Bu, kullanıcıların ayarları, işlemleri ve durumu anlamalarını ve doğru kararlar vermelerini kolaylaştırır.
- **Hassas Kontrol:** Hassas kontrol ve pozisyon ayarı için gelişmiş özellikler sunabilmelidir. Aktüatörün dönme açısını, yönünü, hızını ve diğer parametrelerini özelleştirerek istenen davranışını sağlayabilmelidir.
- **Durum İzleme ve Teşhis:** Aktüatörün durumunu gerçek zamanlı izlemek ve teşhis etmek için kullanışlı bilgiler ve göstergeler sağlayabilmelidir. Bu sayede kullanıcılar, aktüatörün performansını takip edebilir, olası sorunları tespit edebilir ve bakım ihtiyaçlarını belirleyebilir.
- **Üretim Kolaylığı:** Tasarlanan arayüzün ve kontrol ekipmanının üretim, montaj ve demontajı kolay ve sanayiye uyumlu olmalıdır.

3. Tasarım

Arayüz tasarımı yapılırken hem elektronik hem de mekanik tasarım yapılmıştır. Ekran seçimi ve kontrol yöntemi, menüleri bir bütün olarak çalışılmış ve tasarlanmıştır.

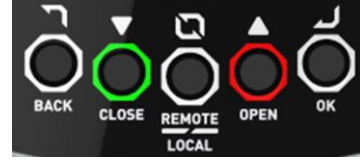
Tasarlanan multiturn aktüatör ekranı temel olarak diğer aktüatörlerle benzer işi yapmasına rağmen barındırdığı yeni teknolojilerle diğerlerinden ayrılmaktadır. Kullanıcı arayüzünün daha efektif olması ve kontrol kelemi ile kolay kullanımının yanı sıra wifi, bluetooth ve profinet bağlantılarıyla da aktüatöre ait verilerin ve durumların izlenmesi ve kontrolü rahat bir şekilde yapılmaktadır.

3.1. Görsel tasarım:

Görsel tasarım yapılırken gerekli ve yeterli giriş çıkış sayıları belirlenmiştir. Bu sayede basit, kullanışlı ve modern bir arayüz ortaya çıkmıştır.

3.1.1. Kontrol girdileri;

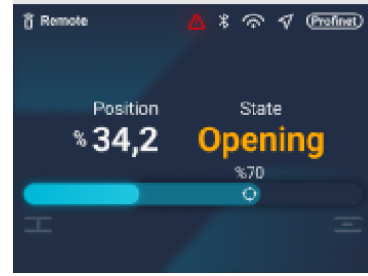
Beş adet girdi ile bütün kontrollerin yapılacağı planlanmıştır. Şekil 1'de görüldüğü üzere "geri", "aşağı", "manuel/otomatik", "yukarı" ve "tamam" butonlarıdır. Burada standart tip butonlar yerine birçok avantajı içinde barındıran özel bir tasarım yapılmıştır. Manyetik alanla tetiklenen bu butonlar aynı zamanda dış ortamdan da izole edilmiştir. Bu şekilde hem patlayıcı gaz ortamlarında hem de su altında çalışabilme imkânı elde edilmiştir.



Şekil 1: Kullanıcı komut butonları

3.1.2. Bilgilendirme çıkışları;

Aktüatöre ait bilgilerin izlenmesi ve kontrol edilmesi için 3.5" TFT LCD ekran seçilmiştir. Bu şekilde hem menüler rahat bir şekilde tasarlanmış hem de kullanıcının bilgilere kolayca ulaşılması sağlanmıştır. Şekil 2'deki ana ekran tasarımında aktüatörün çalışma durumu, hedefi, anlık konumu gibi bilgiler görülmektedir.



Şekil 2: TFT-LCD ekran ve kullanıcı ana ekran tasarımı

Ayrıca 4 adet RGB led ile bağlantı durumları, açılma, kapanma, açık/ kapalı bilgileri ve manuel/otomatik kontrol durumu direkt olarak kullanıcılara gösterilmiştir.

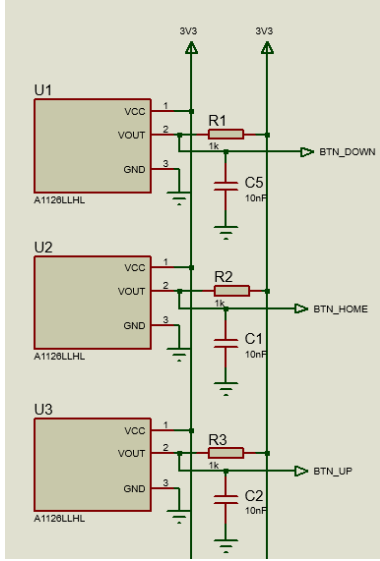


Şekil 3: RGB gösterge ledleri ve sembolleri

3.2. Elektronik tasarım:

Kontrol kartının buton tasarımında manyetik sensörler kullanılmıştır. Buton sembollerinin altına yerleştirilen bu sensörler ile gövde dışından manyetik kalem ile kontrol sağlanmaktadır. Bu sensörler dijital giriş oluşturmakta ve bu dijital girişler mikroişlemci tarafından değerlendirilmektedir.

Manyetik kalem, alüminyum çubuk ucuna takılan mıknatıs oluşmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta mıknatısın gücüdür. Çünkü sensörler birbirlerini yakın olduğu için güçlü mıknatıs birkaç sensörü tetikleyebileceği gibi, zayıf mıknatıs ise gövde arkasına nüfus edemeyerek tetikleme yapamayacaktır. Bu durumda uygun mıknatıs seçimi önemli bir konu olmaktadır. N35 sınıfında 8 mm çapında 2 mm kalınlığında bir mıknatısın uygun olduğu hesaplanmış ve test ile doğrulanmıştır. Şekil 4 ve Şekil 5'de elektronik kontrol devresinin şematik ve PCB çizimleri yer almaktadır.



Şekil 4: Butonların elektronik devre tasarımı



Şekil 5: Buton PCB kartı

3.3. Ekran tasarımı:

Kontrol ünitesi tasarlanırken kullanıcının ihtiyaç duyacağı bütün bilgilere rahat bir şekilde ulaşabilmesi amaçlanmıştır.

Kullanıcı dostu bir arayüz ile kullanıcıların sayfalar veya işlevler arasında kolayca gezinmeleri sağlanmıştır. Ana menüler, alt menüler, geri düğmeleri veya gezinti çubukları gibi navigasyon araçlarının kullanıcıları yönlendirmesi sağlanmış ve kullanıcının hangi adımları takip etmesi gerektiğini net bir şekilde gösterilmiştir. Alt menülerden biri olan kontrol ayarları menüsü Şekil 6'da yer almaktadır.



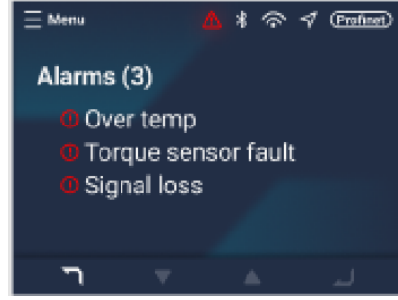
Şekil 6: Ayarlar ekranından bir bölüm

Açma, kapama gibi temel görevler anasayfaya yerleştirilmiş bu şekilde hızlı ve doğrudan erişim sağlanmış, görev odaklı bir tasarım yapılmıştır.

Kontrol için kullanılan manyetik kalem gövde içine yerleştirilmiştir. Bu sayede istendiği zaman ulaşılacak durumdadır.

Çalışma sırasında oluşabilecek alarmlar hem ışıklı görsel uyarılarla belirtilmiş hem de direkt ulaşılacak alarm

anasayfası tasarlanmıştır. Şekil 7'de görüldüğü üzere oluşan alarmlar sırayla ve kırmızı uyarı işaretiyle gösterilmiştir.



Şekil 7: Alarmlar sayfası

Yardım menüleriyle ve ünite üzerinde bulunan karekod ile kullanıcı için gerekli tüm bilgilere ulaşması sağlanmıştır.

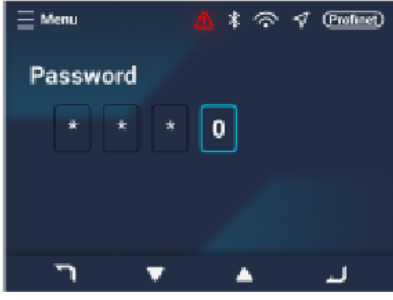
Kontrol ekranı tasarımı Şekil 8'de gösterilmiştir. Ekranın üst tarafında bilgilendirme ledleri yer alırken yan tarafında kullanım kılavuzuna rahatça ulaşılacak bir kare kod yerleştirilmiştir. Ekranın altında yer alan butonlar ile mavi renkli kontrol kalemi ile ergonomik bir kullanım imkânı sağlanmıştır.



Şekil 8: Kontrol ünitesi ekranı

3.4. Mekanik tasarım:

Aktüatör tasarımlarında genellikle butonlar veya anahtarlar klasik kilitler ile üçüncü taraf kişilere karşı korunmaktadır. Bu çok fazla aktüatör kullanılan alanlarda sıkıntıya sebep olmaktadır. Hem ek maliyetin ortadan kaldırılması hem de daha güvenli bir kontrol için şifre giriş ekranı tasarlanmış ve önemli kısımlara ulaşma şifre ile koruma altına alınmıştır. Şekil 9'da görüldüğü üzere 4 basamaktan oluşan şifre ile kullanıcı girişi yapılabilmektedir. Yerel kontrol işlemlerinde de yine şifre gerekli kılınmıştır.



Şekil 9: Şifre ekranı

Ayrıca mekanik yapıda yer alan tuş yapıları da kullanım ömrünü kısaltmaktadır. Bu amaçla manyetik tuşlar hem bozulabilecek bir mekanik yapı barındırmadığı için uzun ömürlü olmakta hem de direkt bağlantı sağlamadığı için su altında veya patlayıcı atex ortamlarda çalışabilmeye uygun hale getirilmiştir.



Şekil 10: Kontrol kalemi

Şekil 10'da parçalı halde görülen kontrol kalemi alüminyum bir çubuk ucuna yerleştirilen mıknatıstan oluşmaktadır. Kalem, mekanik bir darbeye maruz kalıp kırılmaması veya kaybolmaması için ucuna bağlı çelik ipli bir mekanizma ile gövde içine saklanmıştır.

Kullanılan mıknatıs N35 sınıfında ve NiCuNi kaplamalı 8 mm çapında 2 mm kalınlığındadır. 5 mm uzaklıktaki sensörü tetiklemek için yeterli olan manyetik alanı üretebilmektedir. Bu manyetik alan 84.8 Gauss olarak hesaplanmıştır [4].

4. Sonuçlar

Gerekli saha araştırmaları yapılarak kullanıcı istekleri ve tasarım kriterleri belirlenmiştir. Belirlenen bu istek ve kriterlere göre özgün ve kullanıcı dostu kontrol ünitesi tasarlanmış ve üretilmiştir.

Kullanıcı dostu arayüzü, IP68 koruma seviyesi ve ergonomik kullanım sağlamak için ürüne özel geliştirilmiş manyetik butonları ve manyetik kalem ile kontrol edilen, özgün bir düşünce ürünü olan bu tasarım dünyanın en prestijli tasarım ödüllerinden biri olan IF DESIGN AWARD 2023 ödülünü almıştır [5].

Ayrıca diğer rakip aktüatörlerde olmayan bu kontrol yöntemi uluslararası patent ile de koruma altına alınmıştır [6].

Kaynakça

- [1] R., A., ve S., Salam, "The things in iot: Sensors and actuators," *Springer International Publishing*, s:63-82, 2022.
- [2] Makarenko, A. V., ve E. L. Kuznetsova, "Energy-efficient actuator for the control system of promising vehicles," *Russian Engineering Research*, s:776-779, 2019.
- [3] E. Uyar, L. Mutlu, ve M. Candan, "Bir Kontrol Valfinin Dinamik Modellemesi ve Simulasyonu," 14. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi s:1211-1218, 2019
- [4] K&J Magnetics, Inc. (2023,07,20), The K&J Magnetic Field Calculator <https://www.kjmagnetics.com/fieldcalculator.asp?calctyp=e=disc>
- [5] IF Design Award. & Jury. (2023,07,15), Design Award 2023 TMEA Multi-Turn Electric Actuator <https://ifdesign.com/en/winner-ranking/project/tmea/553057>
- [6] WIPO. (2023,07,15), PCT Biblio. Data <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=W02022146275&cid=P20-LHH95R-39647-1>