



Bu bir MMO yayınıdır

SİLİNDİR STROK DENETİMİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM – INTELLINDER®

Uğur KAŞIKCIOĞLU¹

¹ Parker Hareket ve Kontrol Sistemleri Ticaret Ltd. Şti.

SİLİNDİR STROK DENETİMİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM – INTELLINDER®

Uğur KAŞIKCIOĞLU

Parker Hareket ve Kontrol Sistemleri Ticaret Ltd. Şti.
Tatlısu Mah. Aracı Sok. No:6 Yukarı Dudullu 34774, Umraniye-Istanbul-Turkey
Tel :+90 216 499 70 81 Cell:+90 533 583 74 15 Fax:+90 216 499 70 77
ugur.kasikcioglu@parker.com www.parker.com

ÖZET

Bu çalışmada, hidrolik silindirlerin pozisyonlarını tayin etmede yaşanan problemlerin önüne geçilmesi için tasarlanmış Parker Intellinder® opto-elektronik silindirlerin, konvansiyonel silindirlere kullanılan lineer cetvel uygulamalarının kısıtlarına karşılık avantajları incelenmiştir. İnceleme, üretim, montaj ve kullanım kolaylıkları göz önünde tutularak yapılmıştır. Deneysel sonuçlar Intellinder'ın geliştirildiği ve üretiminin yapıldığı üretim biriminde gerçekleştirilmiştir. Bu deneysel çalışmaların sonuçlarına bağlı olarak ürünün parçalarının (silindir, sensör) validasyon testleri tamamlanarak, dayanım aralıkları tanımlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Intellinder, Opto-elektronik, Konvansiyonel silindir, Lineer cetvel,

ABSTRACT

In this study, the advantages of Intellinder ,opto-electronic cylinder which is designed to avoid problems encountered during position control of cylinders, against limitations of linear transducers which are used with conventional cylinders was investigated. Investigation was made according to ease of manufacturing, assembly and usage of the cylinder. Tests were conducted in the development and manufacturing location of Intellinder and specifications were determined accordingly.

Key Words: Intellinder, Opto-electronic, Conventional cylinder, Linear transducer

1. GİRİŞ

Elektrohidrolik aktüatörler endüstriyel uygulamalarda yaygınlıkla kullanılır. Çok büyük kuvvetler yaratırlar, cevap süreleri hızlıdır ve elektrikle çalışan benzerlerine göre daha optimum güç ve ağırlık oranlarına sahiptirler [1].

Askeri ve sivil birçok endüstriyel uygulamada örneğin sondaj platformları, plastik enjeksiyon makineleri ve vinçlerde pozisyon kontrol sistemlerine ihtiyaç vardır.

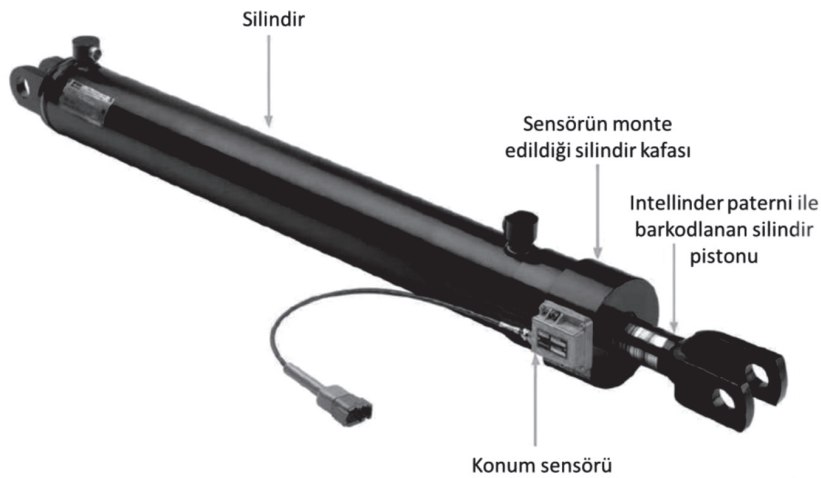
Hidrolik silindirlerde pozisyon kontrolü için farklı metodlar kullanılmaktadır.

1. Dahili lineer cetveller: Genelde temassız manyetik cetveller (manyetostriktif) kullanılarak uygulanır.
2. Harici lineer cetveller: Manyetostriktif prensiple çalışanlar olduğu gibi potansiyometrik lineer cetveller (manyetoresistif) olan uygulamaları da yaygındır. Manyetoresistif çalışma prensibi çok sıkı bir şekilde kapatılmış gövdeler içine yerleştirilebilir anlamına gelmektedir[3].
3. Telli potansiyometreler (string pots).

Bunların birbirilerine karşı üstünlükleri olduğu gibi dezavantajları da mevcuttur. Dahili lineer cetveli uygulamalardaki en ciddi problem silindir içine monte edilecek cetvelin yerleştirileceği silindirin merkezindeki kanalın açılması anlamına gelen derin delik delme (gun drilling) işlemidir. Lineer cetvel ve elemanlarının yerleştirileceği kanalların açılması işlemi silindir imalat maliyetine ek yük bindirmektedir. Silindir içine lineer cetvel yerleştirilmesi konusu silindir üreticilerinin en hassas konularından birisidir. Derin delik gelme işleminde yaşanan problemler, farklı silindir uzunlukları için kullanılması gereken farklı uzunluktaki cetvellerin herbirinin stokta tutulması ihtiyacı gibi konular, endüstrinin dahili cetvel uygulamalarında karşılaştığı zorluklardan bazılarıdır. Ayrıca dahili transdüserler yani içi kanallı pistonlar çift etkili silindir uygulamalarında kullanılamamaktadır[2].

Harici lineer cetvel uygulamaları silindir pistonuna derin delik delme prosesi ile kanal açma işlemi içermemesi dolayısıyla daha ucuz maliyetlidir. Ama silindir üzerine entegre edilen cetveller ve elemanlarının arasındaki karışık bağlantılar zaman zaman problemlere yol açabilmektedir. Özellikle ağır koşullarda çalışan makineler üzerindeki harici pozisyon kontrolü yapmak için kullanılan cetvelin dış ortam koşullarına dayanıklı olması gerekmektedir.

Buraya kadar anlatılan lineer cetveli pozisyon kontrolü uygulamalarından farklı olarak yeni jenerasyon bir uygulama olan Intellinder sistemi, konvansiyonel sistemlerde değinilen dezavantajları bertaraf eden özelliklere sahiptir.



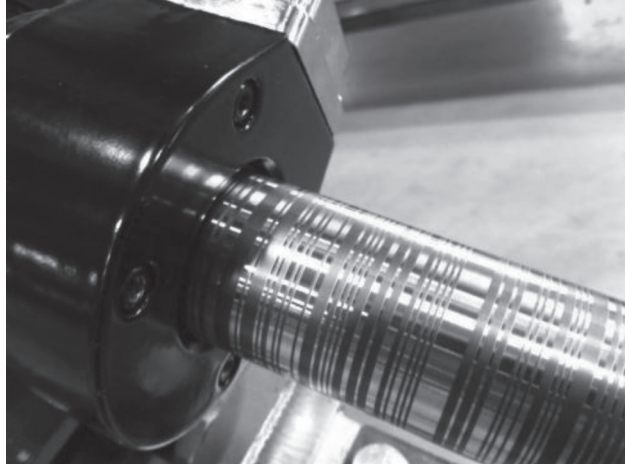
Şekil 1. Intellinder parçaları

2. Intellinder Çalışma Prensipleri

Silindir pozisyon kontrolünde iki temel tip vardır[4]:

- Artırımlı (Incremental) kontrol: Sıfır pozisyon referansı belirtilir ve buna göre artan ya da azalan pozisyon bilgisi verilir.
- Mutlak (Absolute) kontrol: Bir motifi tanıyarak sıfır pozisyona ihtiyaç duymadan çalışmaya başladığı andan itibaren ölçtüğü değeri verir.

Intellinder'ın sensörleri mutlak pozisyon kontrolü prensibine göre çalışırlar. Silindir üzerinde yer alan sensörler pistonu kodlanan özel motifleri (Şekil 2) okurlar, bu da mutlak pozisyonu tayin eder. Sistem çalışmaya başladığı anda pozisyon bilgisi okunabilir, yani pozisyon okumasına başlanabilmesi için, herhangi bir kalibrasyon sırasına veya silindirin bir sıfır referans noktasına hareket etmesine gerek yoktur. Bu da daha hızlı okuma, güvenli çalışma (voltaj değişimleri veya hızlı pozisyon değişimlerinden etkilenmez) ve yüksek performans sağlar.



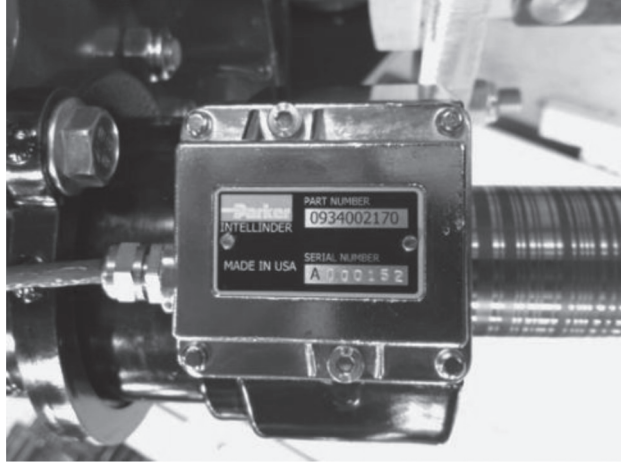
Şekil 2. Intellinder pistonu üzerindeki kod motifleri

Intellinder teknolojisi yük izleme, otomatik seviyeleme, hız kontrolü, otomatik istifleme ve daha birçok zorlu fonksiyonu sağlamak için dizayn edilmiştir. Bunu yaparken kapalı devre bir kontrol çevrimi kullanılır.



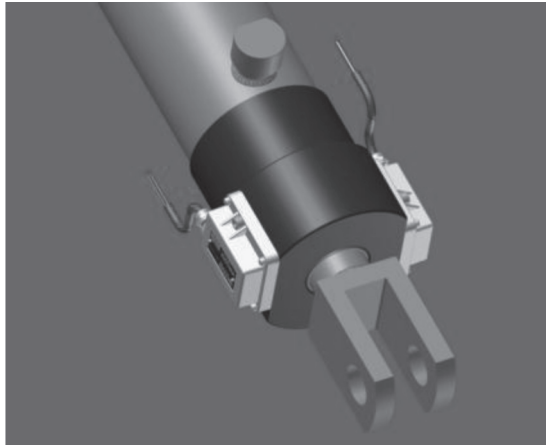
Şekil 3. Kapalı devre kontrol çevrimi

Tek bir sensör tipinin bütün silindirlere takılması da kurulum ve servis maliyetleri açısından Intellinder'a değer katmaktadır. Sensörün değiştirilmesi gerektiğinde tek tip tasarıma sahip cihazın sadece 4 adet civatasının sökülmesi yeterli olmaktadır.



Şekil 4. Tek tip sensör tasarımı

Özellikle araç direksiyon sistemleri gibi güvenlik kritik uygulamalarda yedeklilik (redundancy) kilit özelliğidir. Intellinder'ın kompakt ve modüler dizaynı radyal şekilde markalanmış olan pistonun etrafına iki veya daha fazla sensör bağlanmasına izin vermektedir. Dahili lineer cetvel uygulamalarında bu tarz bir yedeklilik oluşturmak hem çok karmaşık, hem de maliyetlidir. Ayrıca çift etkili silindirlerin iki ucuna da sensör bağlanıp yedeklilik oluşturulabilir.

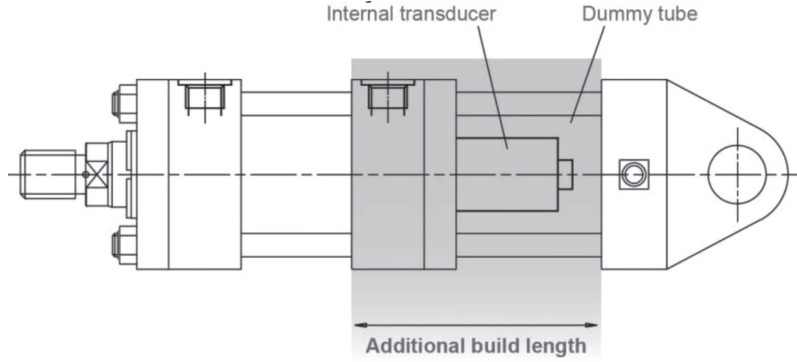


Şekil 5. Yedekleme ihtiyacı için çoklu sensör bağlantısı

Intellinder'ın bir elektronik kontrol ünitesi ile kombine çalıştırılması mobil sistemlerde büsbütün bir hareket ve kontrol sistemi sağlanmasına olanak verir. Standart CANbus J1939 protokolü ile çalıştırılabilir. IP-68 seviyesi sensör ve IP-67 seviyesi konektörler sayesinde zorlu koşullarda bile güvenli veri transferi sağlar.

Geleneksel dahili tip cetvel tasarımları silindirin toplam boyunun değişmesine yol açarlar. En azından

kontrol ünitesinin uzunluğu standart uzunluğun üstüne eklenir. En kötü durumlar arkadan monteli silindirlerde yaşanır. Yalancı bir borulama ve üstüne bir kep gerekliliği toplam boyu çok fazla etkilemektedir. (Şekil 6) Fakat Intellinder sistemi standart silindir ölçüleri içerisinde kalınarak oluşturulabilmektedir.



Şekil 6. Arkadan monteli dahili cetveli silindir boyunun uzaması

Buraya kadar anlatılanlar özetlenecek olursa Intellinder sisteminin geleneksel strok denetim sistemlerinde karşılaşılan bazı problemlere karşılık üstün özelliklere sahip olduğu söylenebilir (Tablo 1).

Tablo 1. Intellinder ile dahili cetveli sistemlerin karşılaştırılması

Intellinder'ın dahili lineer cetveli uygulamalarla karşılaştırılması:	Dahili Cetveli Sistem	Intellinder
Mutlak ölçüm cihazıdır	Evet	Evet
Çift millî silindire uygulanabilir	Hayır	Evet
Yüksek hassasiyet ve tekrar edilebilirlik	Evet	Evet
Uzunluk değişimi olmadan elektronik ekipmanların kullanılabilmesi	Hayır	Evet
Düzenli kalibrasyon ihtiyacına gerek olmadan çalışabilme	Hayır	Evet
Silindirin nominal basıncında çalışma	Hayır	Evet
Kısıtsız montaj seçenekleri	Hayır	Evet
Hızlı ve düşük maliyetli servis	Hayır	Evet

Dahili lineer cetvel tipleri hem artımlı hem de mutlak olabiliyorlardı. İşte sadece artımlı pozisyon kontrolü sağlayabilenler arasında bulunan “String Pot” ve “Rotary Encoder” de endüstride sıklıkla kullanılan strok denetim sistem ekipmanlarıdır. Intellinder, bu ürünlerle kıyaslandığında yine daha üstün özellikler sergilediği görülmektedir.

Intellinder silindirleri uzun ve yoğun bir geliştirme sürecinden doğmuştur. Bu süreç içerisinde ortaya çıkan ve aynı zamanda ürünü koruyan 12 adet patent alınmıştır. Milyonlarca çevrim süresinde test programları düzenlenmiştir. Ayrıca çok farklı alanlarda ve marketlerde faaliyet gösteren alfa müşteriler ile saha testleri yapılmaktadır.

Tablo 2. Intellinder ile string pot ve rotary tip lineer cetvellerin karşılaştırılması

Intellinder'ın String Pot ve Rotary uygulamalarla karşılaştırılması:	String Pot ve Rotary Encoder	Intellinder
Hidrolik sistemden ayırır	Evet	Evet
Dış etkilere karşı korunaklıdır	Hayır	Evet
Silindir uzunluğuna sığabilir	Hayır	Evet
Yüksek keskinlik ve tekrar edilebilirlik	Hayır	Evet
Düzenli kalibrasyon ihtiyacına gerek olmadan çalışabilme	Hayır	Evet
Diagnostik fonksiyonu bulunur	Hayır	Evet
Kullanıcı için güvenli - korumalı bağlantılar	Hayır	Evet
Yüksek teknoloji çözümü	Hayır	Evet

Bu müşteriler çoğunlukla iş makineleri ve askeri alanlarda olduğu gibi, bunun yanı sıra karayolu ve arazi araçlarındaki direksiyon sistemi uygulamaları da testlerin yapılacağı alanlardır.

3.1. Laboratuvar testleri

3.1.1. Ürün validasyon testleri

3.1.1.1. Silindir dayanımı-Yanal yük

Test silindiri spesifikasyonları:

210 bar basınca dayanıklı WHD serisi silindir

Cam destekli naylon yataklama

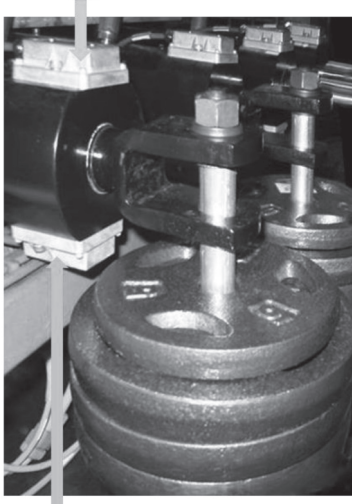
Yatak kontak basıncı: 69 bar

Strok: 0.61m

Hız: 0.2 m/s

Hedef: 1milyon çevrim - >Test başarılı

Yükün ters tarafından pozisyon okuma



Yük tarafından pozisyon okuma

Şekil 7. Yanal yük testi

3.1.1.2. Silindir dayanımı-Eksenel yük

Test silindiri spesifikasyonları:

210 bar basınca dayanıklı WHD serisi silindir

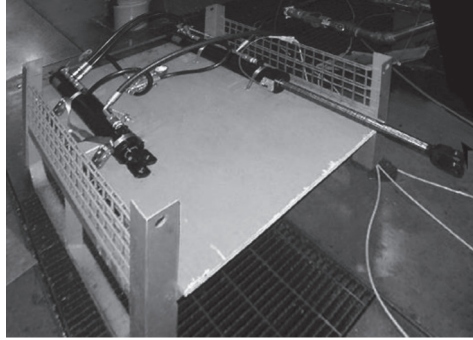
Cam destekli naylon yataklama

Karşı yük=Silindir nominal yükünün %40'ı

Strok: 0.61m

Hız: 0.2 m/s

Hedef: 1milyon çevrim - >Test başarılı



Şekil 8. Eksenel yük testi

3.1.1.3. Markalı Silindir Pistonu-Çevresel dayanım

ASME B117'ye göre tuz testi

- Nikel krom kaplama 1045
- Krom kaplama 1045 (0.001" kalınlığında)
- Krom kaplama 17-4PH

Test Sonucu: Yüzeyler 200 saat boyunca etkilenmemiştir.

Kimyasal direnç testi

- Gübre, amonyak, hidroklorik asit, pil asidi, temizleyiciler, vb.

Test Sonucu: Piston mili üzerindeki barkod markalamalar etkilenmemiştir.



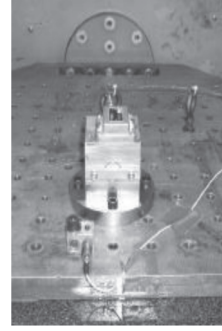
Şekil 9. 212 saatlik kimyasal test sonrası görüntü

3.1.1.4. Sensör-Çevresel dayanım

3.1.1.4.1. Mekanik dayanım

SAE J1455'e göre titreşim testi, 12 gram, her eksen için 4 saat

Test sonucu değeri: 12 g, 25 Hz-2 KHz



Şekil 10. Titreşim testi

IEC 68-2-27'ye göre şok testi, 100 gram, 6 ms, 6 yönde yarım sinüs dalga, her yönde 1 şok

Test sonucu değeri: 100 gram

SAE J1455'e göre taşıma düşürme testi, 1 metreden 6 yönde, her yönden 1 düşüş

Test sonucu değeri: Düşüş yüksekliği 1 metre

3.1.1.4.2. Sıcaklık dayanımı

SAE J1455'e göre sıcaklık ve nem testi, -40 °C'den +105 °C'ye kadar, 90% bağıl nem, 2 saat yüzdürme 1.5 ila 4.5 °C/dak

Maksimum yük +105 °C, 168 saat

Test sonucu değeri:Çalışma sıcaklık aralığı -40°C +105°C

SAE J1455'e göre Termal şok testi, -40 °C 'den +105 °C'ye kadar, 2 saat yüzdürme < 30 sn geçiş zamanı, 5 çevrim

Test sonucu değeri:Termal şok -40°C +105°C

3.1.1.4.3. Girişim koruması

IEC 60529'a göre daldırma, jetleme ve toz

Test sonucu değerleri: Daldırma: IPx8, 10 m, 30 dak , Basınçlı yıkama: IPx5, Toz: IP6x

Tablo 3. Sensörün çevresel dayanım test değerleri

	Test prosedürü	Test sonucu değerleri
Mekanik dayanım	SAE J1455 titreşim testi, 12 gram, her eksen için 4 saat	12 g, 25 Hz-2 KHz
	IEC 68-2-27 şok testi, 100 gram, 6 ms, 6 yönde yarım sinüs dalga, her yönde 1 şok	100 g
	SAE J1455 taşıma düşürme testi, 1 metreden 6 yönde, her yönden 1 düşüş	Yükseklik 1 metre
Sıcaklık	SAE J1455 sıcaklık ve nem testi, -40 °C'den +105 °C'ye kadar, 90% bağıl nem, 2 saat yüzdürme 1.5 ila 4.5 °C/dak	-40 °C to 105 °C
	SAE J1455 Termal şok testi, -40 °C 'den +105 °C'ye kadar, 2 saat yüzdürme < 30 sn geçiş zamanı, 5 çevrim	Termal şok: -40°C – 105 °C
Girişim koruması	IEC 60529 daldırma	IPx8, 10 m, 30 min
	IEC 60529 jetleme	IPx5
	IEC 60529 toz	IP6x

3.1.1.5. Sensör elektriksel dayanım ve emisyon (1)**Tablo 3.** Sensörün elektriksel dayanım ve emisyon-1 değerleri

	Test Procedure	Test Results
Electrical Immunity	EN 61000-6-2 80 MHz – 1 Ghz: 10 V/m, 1.4 to 2.0 GHz: 3 V/m, 2.0 to 2.7 GHz: 1V/m IEC 61000-4-3	EMI EN61000-6-2
	ISO 16750-2, 25V-> 15V, 2kHz, 5 pulses	Starting Profile
	22VDC + 7V Sine , 50Hz- 8Khz	Batteryless Operation
	ISO 7637-2, Pulse 5b, 55V Clamp	Load Dump
	ISO 7637-2, Pulse 3a & 3b	Switching Spikes
	ISO 7637-2: Pulse 1	Parallel Inductive Load
	ISO7637-3 Pulse a and b	Switching
	ISO 7637-2 Test Pulse 2b	Mutual Coupling
	600V, 1MHz sine, 10 pulses	DC Motor Generators

3.1.1.6. Sensör elektriksel dayanım ve emisyon (2)

Tablo 4. Sensörün elektriksel dayanım ve emisyon-2 değerleri

	Test Procedure	Test Results
Electrical Immunity	100 uH harness inductance	Rapid Magnetic Field Collapse
	ISO 7637-2 Pulse 2a	Wiring Harness Inductance
	+36 VDC, 5 min -36 VDC, 5 min Short to GND, +32V, 5 min	Wiring Harness Inductance Switching
	ISO 10605:2001 ±2, 4, 8 kV, 3 pulses each, case and leads	Overvoltage to +36 VDC
	EN 61000-6-4 30 to 230 MHz: 40 db uV/m @ 10m 230MHz –1 GHz: 47 db uV/m @ 10 m CISPR 16-2-3	Reverse Polarity to -36 VDC
Electrical Emissions		Short to GND, 32 VDC
		ESD: +/- 8 kV
		EN 61000-6-4 (Radiated Emissions)

SONUÇ

Elektro-hidrolik aktüatörler endüstriyel uygulamalarda yaygınlıkla kullanılır. Çok büyük kuvvetler yaratırlar, hızlı cevap süreleri sergilerler ve elektrikle çalışan benzerlerine göre daha yüksek güç ve ağırlık oranlarına sahiptirler [5].

Askeri ve sivil birçok endüstriyel uygulamada, örneğin sondaj platformları, plastik enjeksiyon makineleri ve vinçlerde pozisyon kontrol sistemlerine ihtiyaç vardır.

Opto-elektronik teknolojiyi kullanan Intellinder, özellikle harici lineer cetvellerin dayanıksızlığı ve dahili lineer cetvellerin potansiyel yorulma problemleri ile kompleks yapıları gibi geleneksel pozisyon izleme cihazlarının kısıtlamalarını ortadan kaldırır. Piston üzerine işlenen motifi okuyan, 0,03 mm çözünürlüğe sahip sensor silindir kafa kısmına monte edilmektedir. Sensor ünitesine entegre elektronik ekipman yardımıyla okunan sinyal işlenir ve CAN-Bus üzerinden kontrol sistemine gönderilir. Parker IQAN® araç otomasyon cihazı ile Intellinder'ı kombine ederek OEM'lere mobil uygulamalar için komple bir tahrik ve kontrol sistemi sunulabilir.

Intellinder'ın çift etkili silindir olarak kullanılabilmesi ve güvenlik kritik uygulamalarda mutlak pozisyon kontrolü yapabilmesi araç direksiyon sistemleri için özellikle faydalı bir tasarım olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda yedekliliği (redundancy) sağlamak için iki ya da daha fazla sensörün piston

etrafına monte edilebilmesi yüksek güvenilirlik gerektiren uygulamalar için Intellinder'ı diğer lineer cetvellerden ayrılan bir özellik olarak karşımıza çıkarmaktadır.

Intellinder silindirleri kullanıldığında sağlanan basitleştirilmiş makina dizaynı ve geliştirilmiş performans güvenilirliği, üretkenlik artışını sağlar, toplam ağırlık ve uygulamanın maliyetini düşürür[6].



Şekil 11. Intellinder'ın IQAN ile kontrolü

KAYNAKLAR

- [1] M. R., Sirouspour, and S. E., Salcudean, "On the Nonlinear Control of Hydraulic Servo-systems", Department of electrical and Computer Engineering, British Columbia University, 1996, Available at E-mail: shahins@ece.ubc.ca, tims@ece.ubc.ca..
- [2] Makinetek Dergisi, Hidrolik Silindirlerde Pozisyon Ölçüm Uygulamaları
- [3] <http://hydraulicspneumatics.com/200/TechZone/Cylinders/Article/False/84767/TechZone-Cylinders>
- [4] http://www.parker.com/literature/Cylinder%20Europe/Cylinder%20Europe%20-%20English%20Literature/Product%20Literature/HY07-1501UK_Intellinder_Hydraulic_Position_Monitoring_Cylinders.pdf
- [5] M. R., Sirouspour, and S. E., Salcudean, "On the Nonlinear Control of Hydraulic Servo-systems", Department of Electrical and Computer Engineering, British Columbia University, 1996
- [6] Hydraulics Unlimited, No 4, December 2013, S.8

ÖZGEÇMİŞ

Uğur KAŞIKCIOĞLU

1983 yılı Eskişehir doğumludur. 2007 yılında İTÜ Makina Fakültesi Makina Bölümünü bitirmiştir. Aynı üniversiteden 2010 yılında Yüksek Mühendis ünvanını almıştır. 2007-2010 yılları arasında Ford Otosan A.Ş.'de Ürün Geliştirme Mühendisi olarak görev yapmıştır. 2011 yılından beri Parker Hareket ve Kontrol Sistemleri'nde Proje Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Mobil Hidrolik Sistemleri kapsayan konularda çalışmalarını sürdürmektedir.