



# HİDROLİK VALFLERİN AKTÜATÖR TEKNOLOJİSİ

## ELECTRO-HYDRAULIC PVG ACTUATOR TECHNOLOGY

Arda Tanıkyan

### OZET

Günümüzde hidrolik ile elektrik artık iç içe geçmiş bulunmaktadır. Bu bildiride genel hatlarıyla hidrolik valflere bağlanan elektro hidrolik aktüatörlerin çalışma prensipleri ve teknolojilerinden bahsedilecektir. Elektrohidrolik aktüatörlü sistemlerde maksimum verim alabilmek için gerekli ön koşullar değerlendirilecektir. Detaylı tanımdan sonra Danfoss elektrohidrolik aktüatörlerin çeşitleri, haberleşme ve kontrol metotları incelenecektir. Bildiri sonunda genel hatlarıyla elektrohidrolik aktüatörler ve kontrol metotlarıyla ilgili kapsamlı bir bilgi verilmesi hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hidrolik, aktüatör, elektro hidrolik aktüatör, Danfoss

### ABSTRACT

Today, hydraulics and electricity are intertwined. In this paper, the working principles and technologies of electrohydraulic actuators connected to hydraulic valves will be discussed in general terms. Necessary prerequisites will be evaluated in order to obtain maximum efficiency in systems with electrohydraulic actuators. After detailed description, the types, communication and control methods of Danfoss electrohydraulic actuators will be examined. At the end of the paper, it is aimed to give comprehensive information about electrohydraulic actuators and control methods in general terms.

**Key Words:** Hydraulic, actuator, electro-hydraulic actuator, Danfoss

## 1.GİRİŞ

Aktüatör, bir mekanizmayı veya sistemi kontrol eden veya hareket ettiren bir tür motordur. Bir enerji kaynağı tarafından çalıştırılır. Bu kaynak genellikle elektrik akımı, hidrolik akışkan basıncı veya pnömatik basınçtır ve bazı tür hareketlerle enerjiye dönüşür. Aktüatör, ortama bağlı olarak kontrol sistemini hareket ettiren bir mekanizmadır.(1)

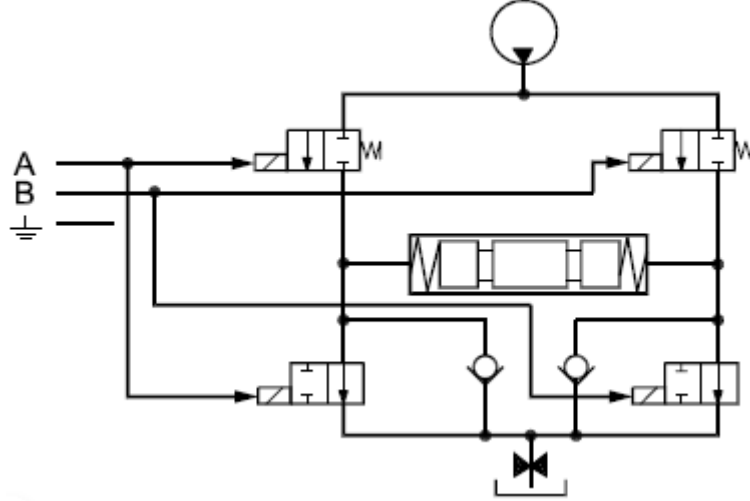
Bir elektrohidrolik aktüatör, sistem sensörlerinden gelen geri besleme ile sürekli ayarlanan hidrolik kuvvet kullanan çeşitli sistemler için anahtarlama veya çalıştırma sağlamak üzere tasarlanmış bir cihazdır. Bu seviye aktivasyon kontrolü, sürekli talep dalgalanmalarına sahip sistemlerde gereklidir. Aktüatör kontrolü, sensör girişlerini özümseyen ve hidrolik akışkanın aktüatöre akışını düzenleyen bir servo sistemin eklenmesiyle mümkün olmaktadır.

Elektro hidrolik aktüatör girişi, hidrolik yağı çalışma ortamı olarak kullanan ve motorun mekanik enerjisini bir güç elemanı (hidrolik pompa gibi) aracılığıyla hidrolik yağı, basınç enerjisine dönüştüren standart bir akım sinyalidir. Bu nedenle, elektro hidrolik aktüatör özellikle büyük itme, büyük darbe ve yüksek hassasiyetli kontrol ile uygulamalar için uygundur. Pnömatik aktüatörler, elektrikli aktüatörler ile karşılaştırıldığında, elektro hidrolik aktüatörlerin daha fazla itiş gücü, tork ve yüksek tepkime hızına sahip olduğunu da görmekteyiz. Elektro hidrolik aktüatör iki ana bölümden oluşur: Aktüatör (silindir ve elektro hidrolik güç montaj) ve kontrol kutusu. Kontrol kutusu, çoğunlukla konum kontrol işlemcisi, güç kaynağı, motor sürücüsü, sigorta ve güç filtresi ve kablo terminalleri içerir.

## 2. ELEKTRO-HİDROLİK VALF ÇEŞİTLERİ

### 2.1 On - Off Aktüatörler

Bu tür valflerde oransal kontrol mümkün değildir, gelen sinyal ile aktüatör kendini kapalı konumdan açığa ya da açık konumdan kapalıya alır.

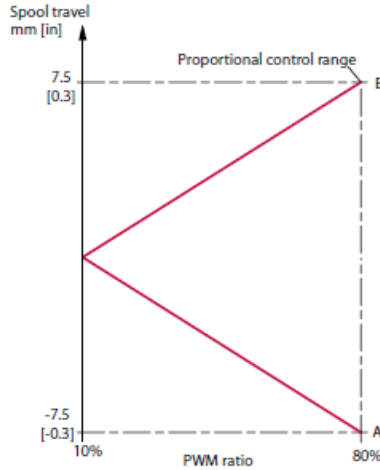


### 2.2 Oransal Aktüatörler

#### 2.2.1. PWM Kontrollü Oransal Aktüatörler

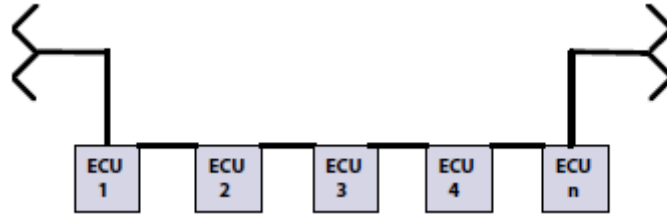
PWM (Pulse Width Modulation) tekniği, cihazlara verilen elektriğin gücünü kontrol altında tutmaktır. Modülasyon işlemi gerçekleştiren bu teknik sinyal işleme veya ara dalga denildiğinde akla gelir ve solenoid valflerin solenoid aktüatör kısmında kullanım alanı budur.

Sinyal Genişlik Modülasyonu (PWM), bir modülasyon zaman periyodunda(duty cycle) verilen bir frekansta, aç-kapa anahtarlama yapan bir DC besleme voltajıdır. Bu görev döngüsü, gerilimin açık kalma süresi iken, zaman periyodunun yüzdesi olarak ifade edilir. Görev döngüsü kavramı aslında yapılan işlemin periyodunu belirtir. Bu döngü, düşük seviyelerde ise aktarılan güç düşük olurken, döngünün yüksek seviyelerinde ise yüksek güç aktarılır. %50 lik bir görev döngüsünde; gerilim zaman periyodunun %50 sinde açık, diğer %50 sinde kapalı demektir. Aynı zamanda ortalama gerilim, besleme-maksimum-geriliminin sadece %50 si olurken; aynı şekilde solenoide giden akım da, maksimum akım değerinin %50'sidir. Bu da PWM sinyalleri ile solenoidlerin, oransal kontrol olarak kullanımını sağlar. (2)



## 2.2.2. Haberleşme Kontrollü Oransal Aktüatörler

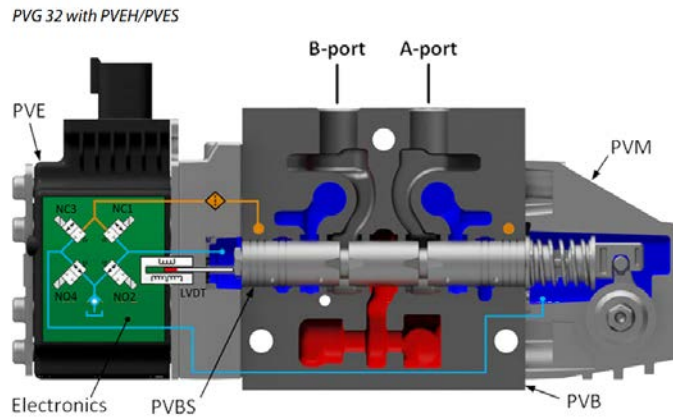
Analog çıkışlar yerine, haberleşme yöntemiyle tek bir kablo ile birden fazla valf kontrol edilir.



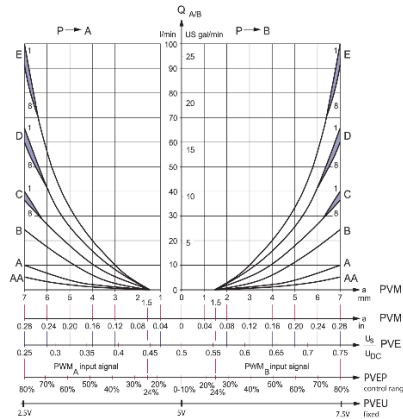
## 3. 1. PVE Serileri

Pvg'nin ana sürgüsünü elektro-hidrolik olarak konumlandırmayı sağlayan bileşene Pvg bobini nedir. Genel adı PVE'dir. (Proportional Valve Electric actuator). (3)

Bobine hedef değere gitme emri uygulandığı zaman, bobin içerisindeki 4 adet popeti çapraz çalıştırarak pilot yağını kontrol eder ve sürgü hareketini sağlar. Bu esnada pozisyon sensöründen aldığı geri besleme ile hedef değer karşılaştırılır ve hatanın yönüne göre sürgüyü ileri veya geri göndererek setpointi yakalamaya çalışır. Bundan dolayı pvg orta konumdayken bile sürgü konumu korunmaya devam ettirilir, dolayısıyla bobin enerjili iken pvg kolları serttir.



Genel olarak PVEO, PVEA, PVEM, PVEH,PVES, PVED-CC gibi isimlendirmeler alıp, detaylarından sunum sırasında bahsedilecektir.





### 3.2. Bobin soket çeşitleri

#### Hirschmann/DIN variant



V310 293B

#### Deutsch® variant



V310 299B

#### AMP variant



V310 294B



IP 65 – 4 Kutuplu



IP 67 – 2,4,6 pinli olabilir



IP66 – 4 Kutuplu

### 3.3 Bobin Serileri

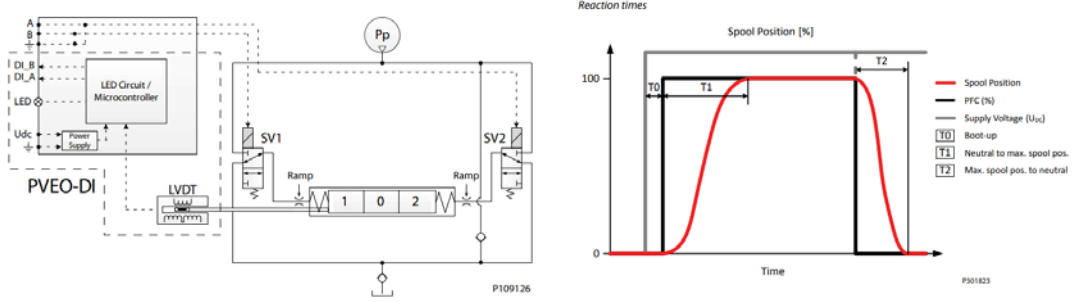
Danfoss ürettiği bobinleri: Bobin üretim dönemlerine, üretim teknolojilerine, geliştirmelere ve valf büyüklüklerine(PVG32, PVG16) bağlı olarak çeşitli serilere ayırmıştır. Series 0,1,2,3 üretimleri durmuştur. Ancak eski iş makineleri üzerinde bulunan bu serilere ait bobin kodu referans verilerek yedek parça talebiyle karşılaşılabılır. Bu durumda güncel bobin seçimi yapılmaktadır. Bunun için sizlerle örnek çapraz referans dosyası aşağıda paylaşılmıştır.

Series 0			Series 4		
Code	Type	Voltage	Code	Type	Voltage
157B4012	PVEH	12V	157B4032	PVEH	11-32V
157B4024	PVEH	24V			
157B4054	PVEH-Ex	24V	157B4063	PVEH-Ex	24V
157B4082	PVEH	12V	157B4033	PVEH	11-32V
157B4084	PVEH	24V			
157B4112	PVEM	12V	157B4116	PVEM	12V
157B4124	PVEM	24V	157B4128	PVEM	24V
157B4212	PVEO	12V	157B4216	PVEO	12V
157B4224	PVEO	24V	157B4228	PVEO	24V
157B4255	PVEO-Ex	24V	157B4218	PVEO-Ex	24V
157B4312	PVEH	12V	157B4332	PVEH	11-32V
157B4324	PVEH	24V			

### 3.4 Bobin Çeşitleri

#### 3.4.1. PVEO, PVEO-HP, PVEO-R, PVEO-DI

- ▶ Sürgü konumunu on/off olarak kontrol eder.
- ▶ 12 ve 24 volt çalışan modelleri vardır.
- ▶ Pveo-hp: Daha yüksek pilot basıncıyla çalışır bundan dolayı Hidrolik uyarılı sürgüler ile beraber kullanılabilir.
- ▶ Pveo-r : Rampa fonksiyonu vardır. Sürgü hattındaki orifisler ile rampa yapmaktadır.
- ▶ Pveo-di : Sürgü konumunu on/off olarak bildiren elektriksel çıkışları vardır.



#### 3.4.2. PVEA, PVEA-DI, PVEA-NP

- ▶ 9-32 VDC ile beslenir.
- ▶ Besleme Voltajın %25,%50,%75 ile sürülür.
- ▶ PVEA-DI: Sürgü konumunu on/off olarak bildiren elektriksel çıkışa sahiptir.
- ▶ PVEA-NP: Orta konumda enerjisi kapalıdır. (Neutral Power-Off)
- ▶ %2 hysteresis ve 0,3mm sürgü salınımı vardır.

Reaction	PVG 32 (PVEA)
T0 – Boot-up [ms]	50 ms
T1 – Neutral to max. spool stroke @ Power ON	355 ms
T2 – Max. spool stroke to neutral @ Power OFF	260 ms
T1 – Neutral to max. spool stroke @ Constant $U_{DC}$	305 ms
T2 – Max. spool stroke to neutral @ Constant $U_{DC}$	210 ms

#### 3.4.3. PVEM, PVEM-FIB, PVEM-R, PVEM-Q

- ▶ 9-32 VDC ile beslenir
- ▶ Besleme voltajın %25, %50, %75 ile sürülür.
- ▶ PVEM-F: Float özellikli sürgüler içindir.
- ▶ PVEM-R: Dahili rampa özelliklidir.
- ▶ PVEM-Q: Tepki süresi daha hızlı modelidir.
- ▶ %15 hysteresis ve 0 mm sürgü salınımı vardır.

##### Definition of Step Response

Reaction	PVEM-R	PVEM-FLB	PVEM-Q
T0 – Boot-up	15 ms	15 ms	15 ms
T1 – Neutral to max. spool stroke @ Power ON	325 ms	225 ms	125 ms
T2 – Max. spool stroke to neutral @ Power OFF	110 ms	110 ms	110 ms
T1 – Neutral to max. spool stroke @ Constant $U_{DC}$	310 ms	210 ms	110 ms
T2 – Max. spool stroke to neutral @ Constant $U_{DC}$	90 ms	90 ms	90 ms

### 3.4.4. PVEH, PVEH-F, PVEH-DI, PVEH-NP, PVEH-SP, PVEH-U

- ▶ 9-32 VDC ile beslenir.
- ▶ Besleme voltajının %25, %50, %75 ile sürülür.
- ▶ PVEH-F: Float sürgü uyumluluğu vardır.
- ▶ PVEH-DI: Direction indicator (Sürgü yönünün bildirme özelliği) vardır.
- ▶ PVEH-NP: Neutral Power-Off Merkezde enerjinin kesilmesi.
- ▶ PVEH-SP: Sürgü pozisyonunu analog çıkış olarak verme özelliği vardır.
- ▶ PVEH-U: Besleme voltajından bağımsız 0-10 volt sürme özelliği vardır. Series 4 'de PVEU yerine gelmiştir.
- ▶ %4 hysteresis ve 0 mm sürgü salınımı vardır.

Reaction	PVG 32	PVG 128	PVG 256
T0 – Boot-up [ms]	40 ms	80 ms	80 ms
T1 – Neutral to max. spool stroke @ Power ON [ms]	155 ms	400 ms	380 ms
T2 – Max. spool stroke to neutral @ Power OFF [ms]	130 ms	300 ms	270 ms
T1 – Neutral to max. spool stroke @ Constant $U_{DC}$ [ms]	115 ms	320 ms	320 ms
T2 – Max. spool stroke to neutral @ Constant $U_{DC}$ [ms]	90 ms	250 ms	250 ms

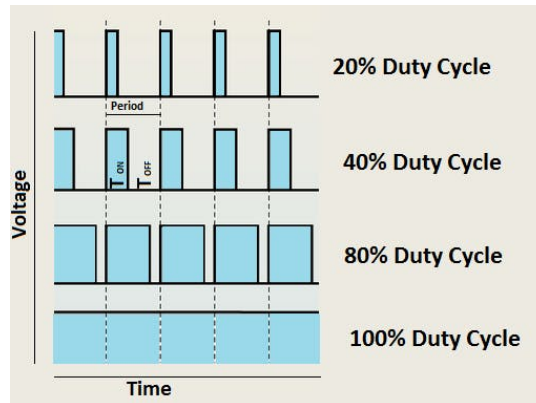
### 3.4.5. PVES, PVES-SP, PVES-U

- ▶ 9-32 VDC ile beslenir.
- ▶ Besleme voltajının %25, %50, %75 ile sürülür.
- ▶ PVES-SP: Spool pozisyonunu analog olarak verir.
- ▶ PVES-U : Besleme voltajından bağımsız 0-10V ile sürülür.
- ▶ %0.5 den daha küçük hysteresis ve 0.2 mm sürgü salınımı vardır.

Reaction	PVES
T0 – Boot-up [ms]	45 ms
T1 – Neutral to max. spool stroke @ Power ON	170 ms
T2 – Max. spool stroke to neutral @ Power OFF	135 ms
T1 – Neutral to max. spool stroke @ Constant $U_{DC}$	125 ms
T2 – Max. spool stroke to neutral @ Constant $U_{DC}$	90 ms

### 3.4.6. PVEP

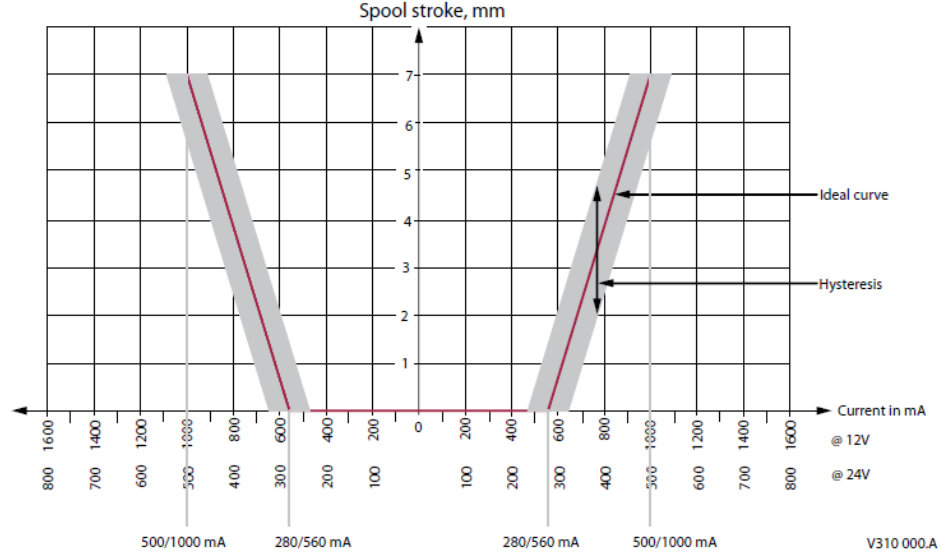
- ▶ 11-32 Vdc ile beslenir.
- ▶ A ve B portları için iki ayrı sinyal ile sürülür.
- ▶ PWM duty cycle ile sürülür (%10-%80)
- ▶ Önerilen Pwm frekansı: 100-1000 Hz
- ▶ %0.5 den daha küçük hysteresis ve 0.2 mm sürgü salınımı



### 3.4.7. PVHC

- ▶ Yüksek akımla çalışan modelidir.
- ▶ İçerisinde elektronik kart bulundurmaz. Sensör pozisyon ölçümü, hata çıkışı yoktur.
- ▶ 12-24 volt çalışan modelleri ayırır.
- ▶ Pilot basıncı diğer bobinlere göre daha yüksektir. Bundan dolayı hızı biraz daha yüksektir.

PVHC characteristic



## SONUÇ

Bu bildiride genel olarak elektro hidrolik valflerden ve çalışma prensiplerinden bahsedilmiş olup, hangi alanlarda ve hangi şekillerde kullanılabileceği anlatılmıştır. On-off, analog veya haberleşmeli valflerin hangi koşullarda en verimli ve amacına uygun kullanılabileceği anlatılmıştır.

## KAYNAKÇA

- [1] <https://www.netinbag.com/>
- [2] [us-kon.com.tr](http://us-kon.com.tr)
- [3] [www.danfoss.com/en/products/dps/valves-and-actuators/actuators/pve-electrohydraulic-actuators](http://www.danfoss.com/en/products/dps/valves-and-actuators/actuators/pve-electrohydraulic-actuators)

## ÖZGEÇMİŞ

### Arda Tanıkyan

1987 İstanbul doğumludur. Liseyi Fransız Notre Dame de Sion Lisesi'nde, Üniversite'yi Pierre Marie Curie'de Elektrik-Elektronik Mühendisliği üzerine okumuştur. Koç Üniversite'sinde MBA üzerine yüksek lisansını tamamlamıştır. 2014 yılından beri Mert Teknik bünyesinde mobil otomasyon ve yazılım üzerine çalışmaktadır.