



ÇELİKHANE, SÜREKLİ DÖKÜM MAKİNASI KALIP OSİLASYON (TİTREŞİM) SİSTEMİNİN HİDROLİK UYGULAMASI

İlham ÇELEBİ

ÖZET

Demir çelik üretimi birden fazla yöntemle yapılmasına karşın ülkemizdeki üretim yöntemlerinden en fazla karşımıza çıkan hurdaya dayalı çelik üretiminin safhaları anlatılacaktır. Çelik üretiminde, yarı mamul olan slab ya da kütük üretimi için gerekli tüm süreçlerde yoğun olarak hidrolik kullanılmaktadır. Yarı mamul üretimi Ark Ocağı, Pota Ocağı ve Sürekli döküm sistemi olmak üzere 3 ana başlık altında işlenmiştir. Ark Ocağında Electrodların hareketlerinden, döküm esnasında ocağın yatay hareketlerine kadar olan tüm kontrolü hidrolik sistem ile sağlanmaktadır. Ergimiş çeliğin homojenliğinin sağlandığı kısım pota ocağı olup hareketleri hidrolik olarak sağlanmaktadır. Ergimiş çelik, sürekli döküm sisteminde hareketli kalıba dökülerek istenilen yarı mamul üretilmiş olacaktır. Hareketli kalıp mekanik ve hidrolik olmak üzere iki türdür. Kalıpları hareket ettiren hidrolik sistemi oluşturan bölümler, servo valf, hidrostatik yataklı servo silindir ve eksen kontrolüdür. Bu gruplar ve sisteme kazandırdıkları incelenmiştir.

ABSTRACT

Although Steel is produced in many different ways in our country, the most common way of production method depending on scraps and its phases of production will be presented in this paper. In steel production, also in the essential process of semi-finished slab or bloom production hydraulic is mostly used. The production of semi-finished products will be presented in three main topics, electric arc furnace, ladle furnace and continuous casting machine. From the movements of electrodes in arc furnace, to horizontal movement of furnace during casting is controlled completely by hydraulic system. The place where molten steel is prepared for homogeneity is the ladle furnace and its movements are controlled hydraulically. By casting molten steel into mold oscillation in continuous casting machine, semi-finished products will be produced. There are two types of mold oscillation; one is mechanic and the other is hydraulic. The parts of the hydraulic system moving molds are servo valve, servo cylinder which has hydrostatic pocket bearing, and numeric axis control. These groups and their contributions to the system are examined.

1. GİRİŞ

Dünyadaki gelişmelere paralel olarak, 2007 yılında Türkiye'nin ham çelik üretiminin 25 milyon ton, seviyesine yükseldiği ve 2008 yılında yapılan yeni tesisler ile bu kapasitenin sürekli artış yönünde büyüdüğü görülmektedir.

Demir çeliğin dünya ekonomisinde ya da ülke ekonomisinde ne denli önemli ve etken olduğundan bahsetmeye gerek görmüyorum. Ama gelişen teknoloji ile gücün iletilmesinde hidrolik sistemlerin daha az yer tutmasına karşın demir çelik de baskın olarak kullanılması, incelememizi ve anlatmamızı



kaçınılmaz hale getirmektedir. Demir çelik sektöründe gücün aktarım yöntemleri arasında hidrolik sistemlerin hala en önemli yeri tutması yüksek hassasiyet ve gücün bir arada olmasıdır.

Geri kazanılan çeliğin takriben %96' sı yeni çelik üretimi için % 4'ü bakır üretimi için kullanılır. Bu da hurda ile üretim yapan demir çelik firmalarının gerekliliğini göstermektedir.

Hidrolik sistemlerin hurda ile üretim yapan firmalarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Hurdanın fabrikaya girişinden çelik üretimine kadar geçen üretim sürecini hidroliğin kullanım gözüyle aktarmak isterim.

Ülke olarak toplam dünya çelik üretiminin %2'lik kısmını sağladığımızdan fiyat politikalarında söz sahibi değiliz. Bu da üretim kalitemizi artırarak öne çıkmamızı zorunlu hale getiriyor. Hidrolik Sistemler gibi uzmanlaşmış her sektörün, değişik mamül üretim süreçlerine mühendislik anlamında katkıda bulunması ancak sistemin detaylarına inmesi ile mümkün görülmektedir. Bu bağlamda demir çelik sektörünün üretim süreçlerinde hidrolik yapılanmanın önemli noktalarına değinerek geçeceğiz.

Demir çelik sektöründe özellikle yarı mamul üretiminde kalitenin artmasında kalıp osilasyonu önemli bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır.

Genel olarak hurda ile üretim yapan demir çelik tesislerini bölümler oluşturarak hidrolik yönelimli teknik eleman gözüyle bakacağız.

2. ELEKTRİK ARK OCAĞI VE HURDA İLE ÇELİK ÜRETİMİ YAPIMINDA ANA SAFHALAR

2.1 Ark Ocağı ve Hidrolik Sistemleri

Ark Ocağı, çelik hurdasının elektrik arkı kullanılarak ergitilmesi ve istenilen sıcaklık değerinde pota ocağına aktarılmasıdır.

Ark ocaklarında ana 9 hareket hidrolik sistem ile çalıştırılmaktadır. Hareketler içinde sistemin çalışmasındaki önem sırasına göre Electrode silindirlerinin hareketi, ocak devirme silindirlerinin hareketi, üst kapak kaldırma ve kapak çevirme hareketleri sayılır. Özellikle hurdanın eritilmesinde, ocak içindeki ark oluşumunu sağlayan Electrode'ları, dikeyde hareket ettiren silindirlerin, ark oluşumunda akım değerinin artması esnasında çok hızlı ve hassas cevap vermesi istendiğinden negatif geçişli yüksek hassasiyetli oransal valfler ve valflerin regülasyon kontrol yazılımı sistemdeki hareketlerin temelini oluşturmaktadır.

Ark Ocağı hidrolik sisteminde, yüksek hassasiyet öncelikli istenmektedir. Ayrıca ark ocağının hurda doldurulması esnasında geçen sürenin maksimum 60 saniye ile sınırlı tutulmasından ötürü hız da bir o kadar önemlidir.

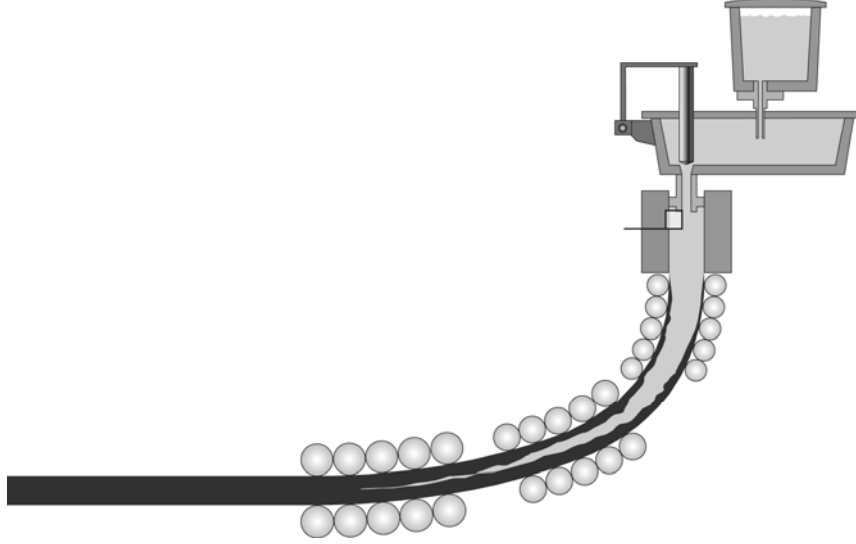


Şekil 1. Elektrikli Ark Ocağı



2.2. Pota Ocağı

Pota ocağı daha çok metalurjik olarak çok önemli bir üretim istasyonu olmasına karşın hidrolik sistemler anlamında daha az hassasiyet gerektiren elektrot ve kapak kaldırma hareketlerinden oluşmaktadır. Elektrot hareketlerinde oransal valfler ile kontrol sağlanmaktadır. Ergimiş çelik ile dolu olduğundan ani akım yükselmesi olmaz. Bu nedenle Electrode hareket silindirlerinde yüksek hızla gerek duyulmaz.



Şekil 2. Sürekli Döküm Hattı

2.3. Sürekli Döküm Makinası

Pota ocağında metalurjik olarak uygun hale getirilmiş ergiyik çelik taret kısmına getirilir. Taret iki kısımlı olup bir taraf şarj amaçlı diğer taraf deşarj olarak kullanılmaktadır. Ergimiş sıvı çelik tundish mekanizmasının içi $\frac{3}{4}$ kadar doldurulur. İçinde sıvının sürekli yüksekliği ölçülen tundish sisteminden dış tarafı sürekli soğutulan bakır kalıplara dökülür. Bu işlem esnasında mevcut ortamdan oksijenin alınmaması için kalıpların üst kısmı kapatılır.

Dış tarafı soğutulan kalıplar içine dökülen çeliğin dış kısmı çok hızlı katlaşır. Aynı zamanda sıvı halden katı hale geçerken çeliğin hacmi azalır. Hacim azalmasının sürekli döküm esnasında kütük içinde boşluklar oluşturulmaması için kalıp sürekli döküm hızına göre hareketlendirilir.

İstenilen ölçülerde kullanılan kılavuz ile sürekli döküm işlemi başlar. Hidrolik oransal basınç düşürücüler ile kontrol edilen çekme ve doğrultma işleminden sonra hidrolik makas ile istenilen ölçülerde kütük kesilir. Belirli ölçülerde kesilen kütüğün iç ısı dağılımının denk olması için döndürülerek soğutma ızgarasında hareket ettirilir. Soğutma ızgarası sonunda kütük olarak paketlenir ya da direk haddehane kısmına doğru son mamül hale getirilmek üzere gönderilir.

3. KALIP HAREKET YÖNTEMLERİ

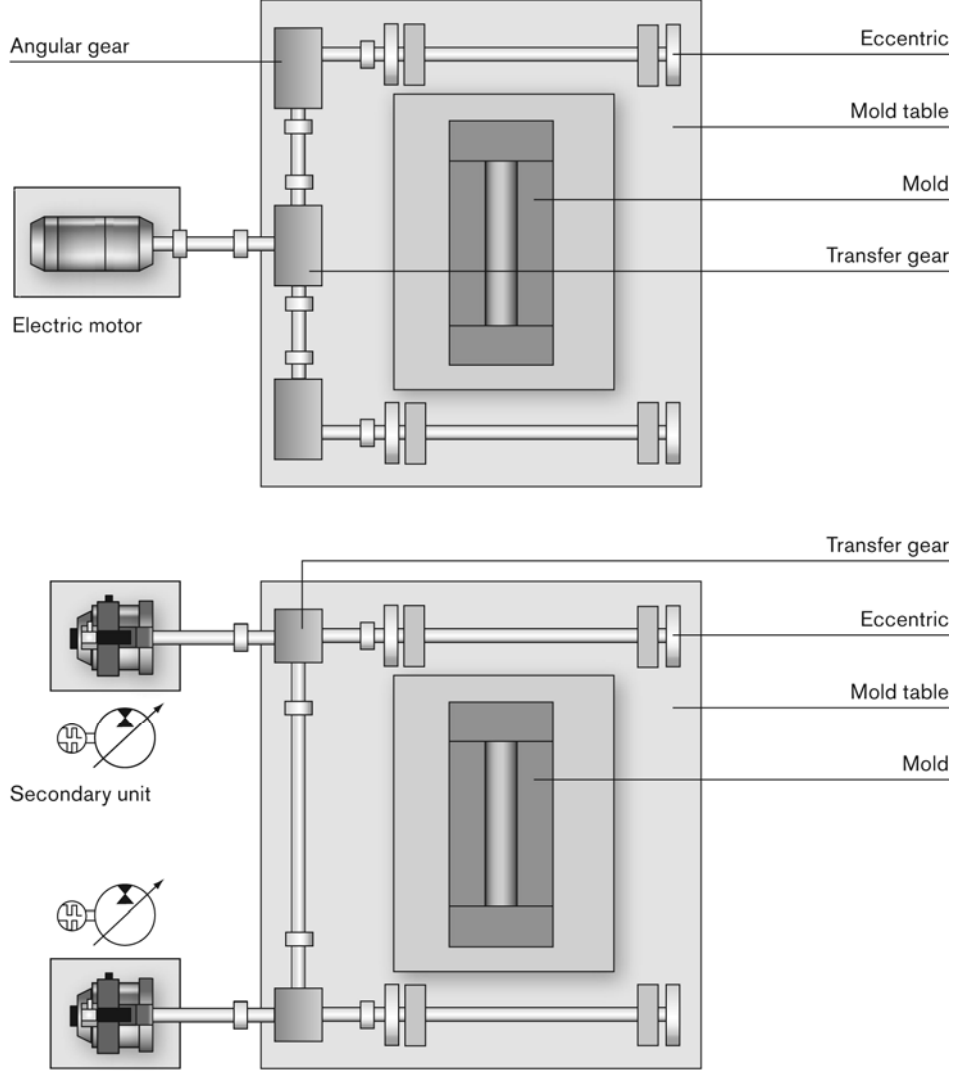
3.1. Kalıbın Eksantrik Sabit Stroklı Hareketi

Kalıbın hareketli olması elektik motoru ya da hidrolik sistem ile sağlanmaktadır.

Elektrik motoru ile dönme hareketi dişli kutusuna iletilir. Dişli kutusunda oluşan hareket kalıbın iki tarafına eş olarak dağıtılır. Kalıbın her iki yanı aynı eksantrikle döndürülerek sabit bir strok da hareket ettirilir. Hareketin frekans değeri elektrik motorunun devri değiştirilerek değiştirilir.



Hidrolik sistemi ile kalıp hareketlendirildiğinde kalıbın iki yanına hidrolik motor ile dönme hareketi sağlanır. İki taraftaki eş eksantrik parça ile sabit stroklu dikey hareket sağlanır. Hareketin frekans değeri hidrolik pompanın debisi değiştirilerek sağlanmaktadır.



Şekil 3. Kalıp Hareketinde Eksantrik Sabit Stroklu Sistem

Kalıp hareketli olması ile dış çeperlerde oluşan soğumanın kütük içinde oluşan ısı dağılımını düzeltmekteyiz. Dış çeperde soğuyan çeliğin kalıba yapışmaması da sağlanmaktadır. Bu sistem ile kalıpların stroklarını değiştirilmesi çok zor mekanik sistemlere gereklilik göstermektedir. Bu nedenle genellikle sabit stroklu olarak kullanılır.

3.2 Kalıpların Hidrolik Silindirle Direk Hareketi

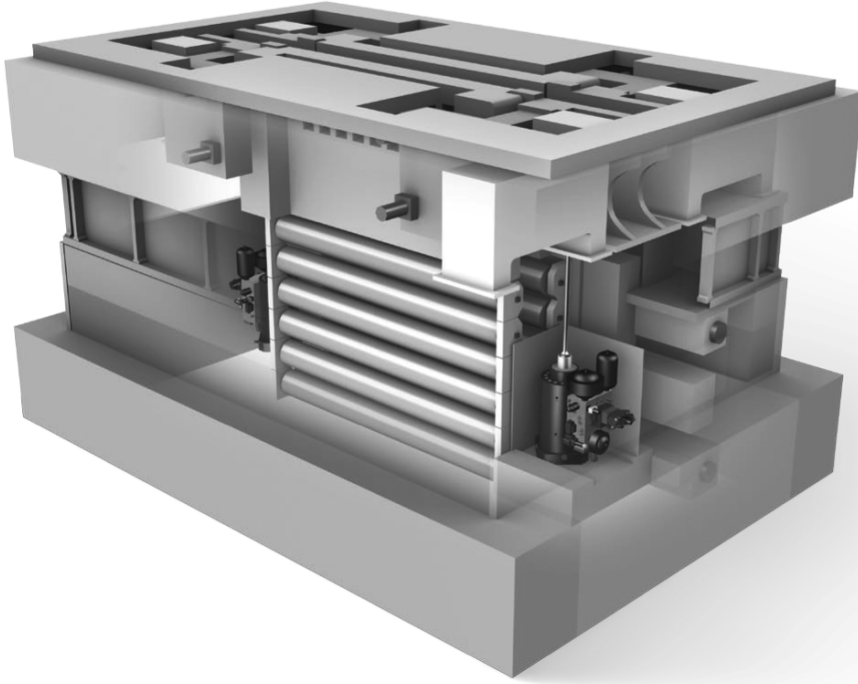
Kalıbın hidrolik Servo silindirle hareketi sağlanmaktadır.

Hidrolik sistemin seçiminde,



- Yüksek Yükler
- Enine kuvvetler
- Yüksek Sıcaklık
- Nemli Ortam
- Kalıp Soğutma Suyu
- Su Buharı
- Asit Buharı

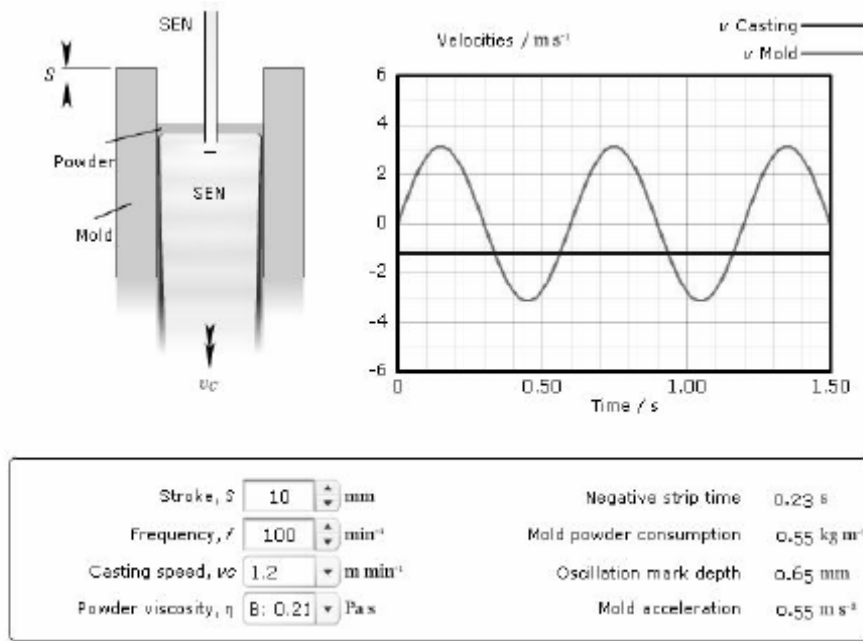
Göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 4. Kalıp Hareketinde Hidrolik Değişken Stroklu Sistem

Kalıp osilasyonunda hidrolik servo sistemler kullanılarak;

- Yüksek Dinamik Kuvvetler
- Düşük Sürtünme
- Ayarlanabilir Strok
- Değişken Frekans
- Ani Şok Alıcı
- Enine Kuvvetlere Dayanım
- Sürekli Pozisyon Kontrolü



Şekil 5. Kalıp Hareketinde Değişkenlerin Birbirlerine Etkisi

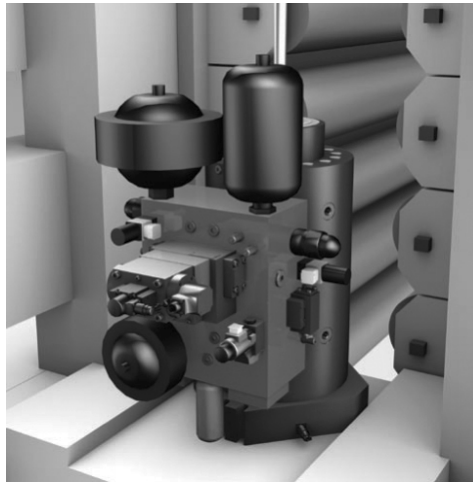
sağlanmakta olup stroğun değişkenliği döküm hızı, toz tüketimi ve kalıp ivmesini etkilemektedir. Hidrolik sistemin bölümlerini hidrolik silindir, servo valf ve eksen kontrolü olarak ayırabiliriz.

3.2.1. Hidrolik Servo Silindirler

Hidrolik lineer hareketler

- Az Yer kaplaması
- Hidrostatik yataklama ile enine kuvvetlere dayanımlı olması
- Yüksek Şok Alıcı Olması

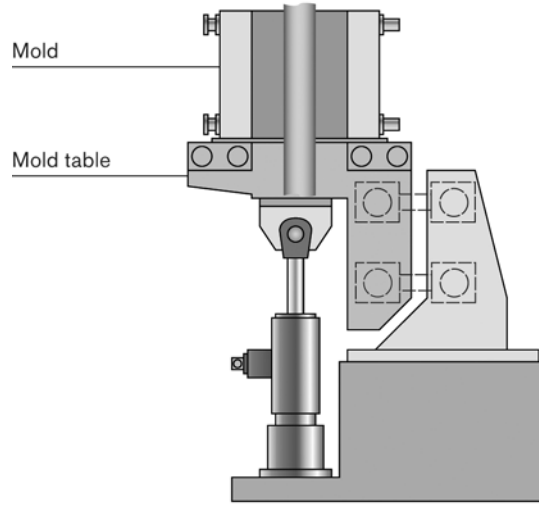
öncelikli sayılacak özellikleridir.



Şekil 6. Servo Silindir ve Kontrol Sistemi



Hidrolik silindir üzerinde servo valf, pozisyon kontrol cetveli, basınç transduseri, şok alıcı aküler, pilot basınç filtreleri, anti kavitasyon valfleri ve hidrostatik yataklama için yağ hatları bulunmaktadır.



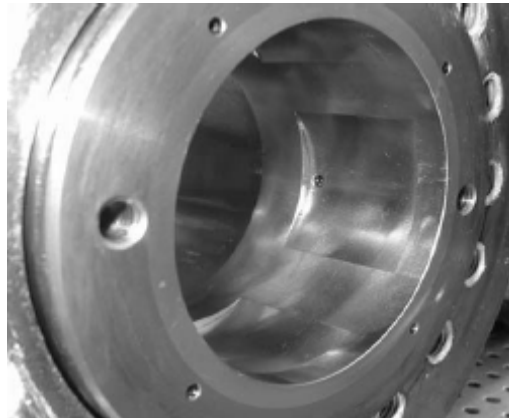
Şekil 7. Kalıp Hareketinin Hidrolik Silindir İle Kontrolü

3.2.1.1. Hidrostatik Yataklar

Hidrostatik Yataklama ile

- Enine kuvvetlere Dayanım
- Statik Kuvvet Artması
- Yüksek Şok Alıcı
- Düşük Sürtünme
- Düşük Aşınma

olarak sıralayabiliriz.

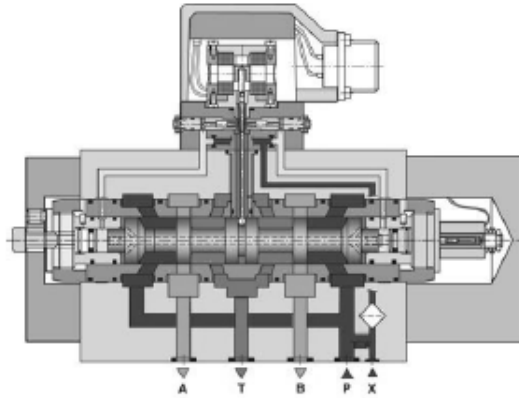


Şekil 8. Hidrostatik Yataklama

3.2.1.2 Servo Valf

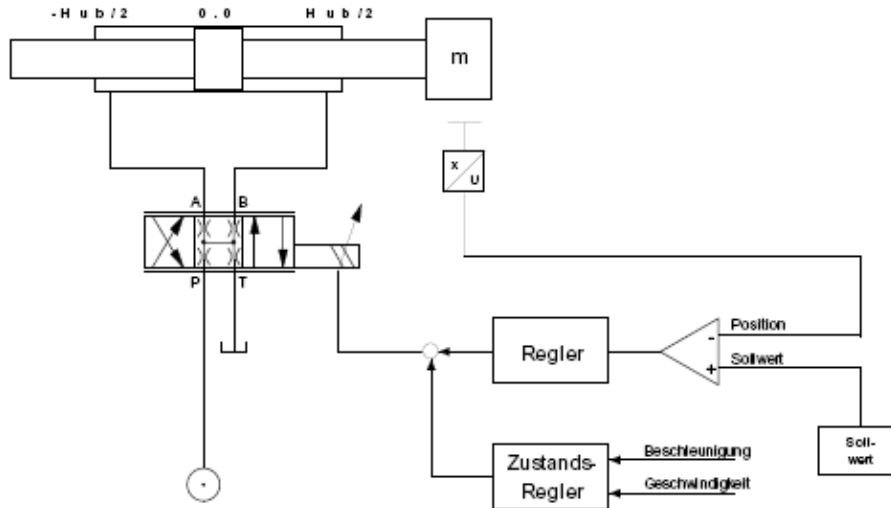
- Yüksek Hassasiyet
- Yüksek geri bilgi çözünürlüğü
- Cevap verme süresinin yüksek olması
- Frekans değişimini çauk sağlaması

Kontrol valfi olarak servonun seçilmesine etken olmuştur.

**Şekil 9.** Servo Valf

3.2.1.3 Eksen Kontrolü

Kalıp hareketini sağlayan hidrolik lineer eksende iki ana parametre üzerinden kontrol sağlanır. Birinci etken istenilen frekans değerinin sağlanması ikinci etken strok değeridir. Bu iki etkenin istenilen değer aralığında tutulması çalışma esnasında silindir üzerinde alınan basınç transduseri ve pozisyon cetvelinden gelen bilgilerin sürekli değerlendirilerek hareketin sürekliliği sağlanır.

**Şekil 10.** Hidrolik Kalıp Hareketi Sistemi Blok Diyagramı

Hidrolik sistemin analog kapalı çevrim ile kontrolünde servo silindirde elde edilebilecek frekans değeri sınırlı olup artırılması durumunda kararlılığının sağlanması güçtür.

**Şekil 11.** Hidrolik Eksen Kontrol Kartı



4. EKSEN KONTROLLERİNDE ANALOG KONTROL İLE NÜMERİK KONTROL KARŞILAŞTIRILMASI

Simülasyon programları ile değişken üzerinden etkileşimleri incelememiz çok kolaylaşmaktadır. Geleneksel kapalı devre kontrol sistemi ile nümerik kontrollü eksen kontrolünde sonuçları karşılaştırmak amacı ile aynı örneği iki kontrol için değerlendireceğiz.

Sürekli Döküm Makinası

- Kütük Ölçüleri : 130 x 130 mm
- Döküm Açısı : 6200 mm
- Hareketli Dummy Bar

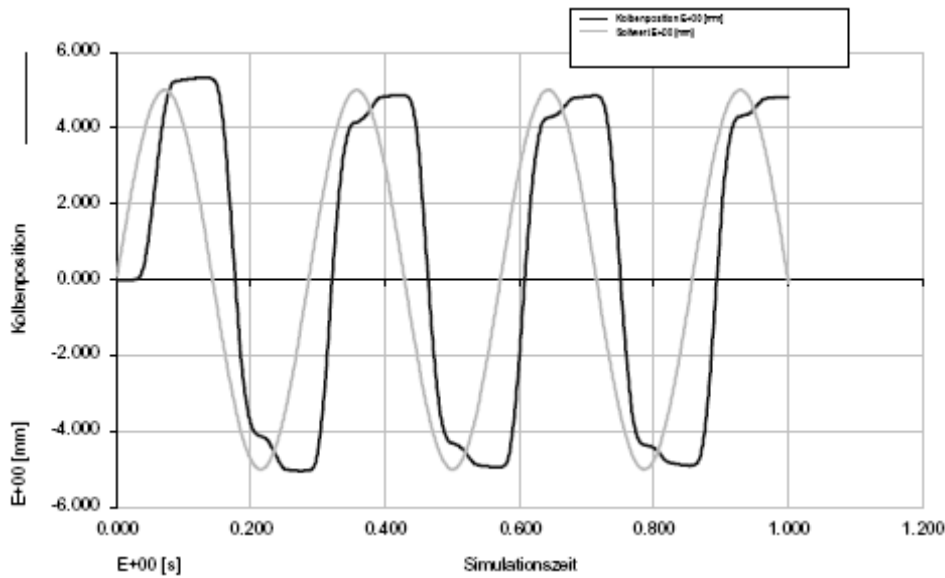
Kalıp

- Krom Kaplı Bakır-Gümüş Metal Alaşımı
- 130 mm² , 1000 mm boy
- 10 mm strok ile 200 çevrim/dk.

4.1. Geleneksel Kapalı Devre Kontrolü

Sistem Özellikleri

- Çift Milli 100/70/70x30 mm Silindir
- Servo Valf
- Analog Kapalı Kontrol Sistemi
- Hareketli yük : 0,45 t
- Sistem Basıncı : 160 bar
- Hareketli Strok : 5 mm
- Hareket frekansı : 3.5 Hz
- Doğal Frekans : 16 Hz

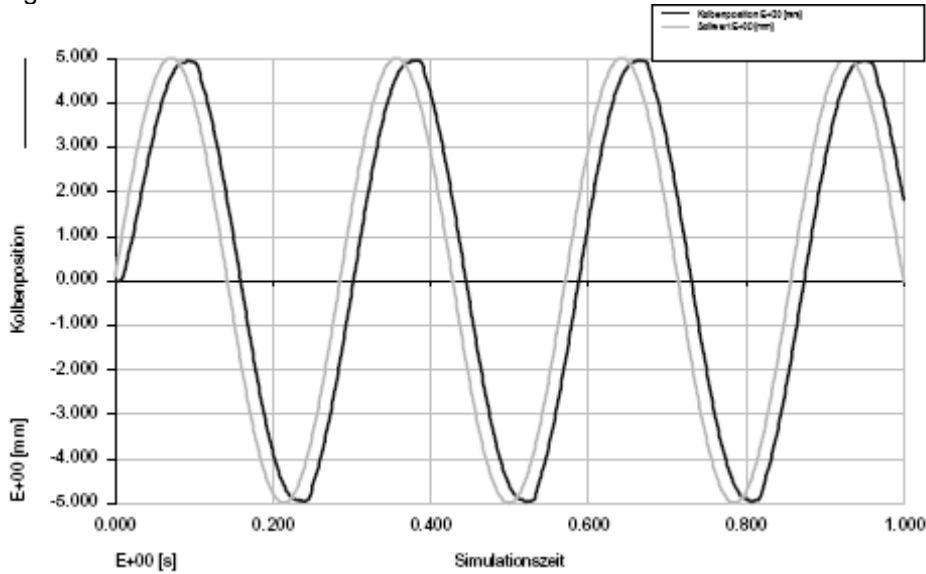


Şekil 12. Geleneksel Eksen Kontrolü Simülasyon Sonuçları

4.2. Nümerik Kontrollü Eksen

Sistem Özellikleri

- Çift Milli 100/70/70x30 mm Silindir
- Servo Valf
- Nümerik Eksen Kontrolü MAC-8
- Hareketli yük : 0,45 t
- Sistem Basıncı : 160 bar
- Hareketli Strok : 5 mm
- Hareket frekansı : 3.5 Hz
- Doğal Frekans : 50 Hz



Şekil 13. Nümerik Eksen Kontrolü Simülasyon Sonuçları

5. SONUÇ

Demir Çelik üretiminde dünyada yer edinebilmemizin öncelikli etkeni kaliteli mal üretmemizden geçmektedir.

Yarı mamülün daha kaliteli olması son mamülün üretim maliyetlerini ve kalitesini direk etkilemektedir. Yarı mamül çelik üretiminde sürekli döküm makinasında kalıba döküm süreci kaliteyi direk etkileyen faktörler arasındadır. Kalın hareketlerinde kararlılığın artması sistem doğal frekansının artması ile doğru orantılıdır. Sistemin doğal frekansının artması ise sistemin kontrolüne bağlıdır. Sistem çözümlenmesinde simülasyon programlarının da yardımı ile özellikle silindir strok çalışma eğrilerinde istenen değerlere yakınlığı grafiklerde açık olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Mold Oscillation Guidelines – Manfred M.Wolf
- [2] www.steeluniversity.org
- [3] BRH/STI Application Centre Metallurgy Hydraulic Mold Oscillation
- [4] İ.D.Ç. Çelikhane Eğitimi



ÖZGEÇMİŞ

İlham ÇELEBİ

1977 yılı Kadıköy/İstanbul doğumludur. STFA Anadolu Teknik Lisesi Elektrik Bölümü mezunudur.2000 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Gemi İnşa Ve Makinaları Mühendisliğini bitirmiştir. 2000 yılında Hidropar Kocaeli firmasında Proje Mühendisi olarak başladığı göreve 2007 yılından itibaren Proje&Satış Müdürü olarak devam etmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.