

Matlab/Simulink Ortamında Modellenen Bir Sıvı Seviye Sisteminin Gerçek Zamanlı Kontrolünün Sağlanması

¹Abdurrahman ÜNSAL ²N.Serdar TUNABOYLU ³Canan ULU

Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

¹unsal@dpu.edu.tr

²serdar.tunaboynu@dpu.edu.tr

³cananulu@dpu.edu.tr

Özet

Son yıllarda, teknolojinin gelişmesi ve ilerlemesi ile birlikte otomatik kontrol sistemleri ortaya çıkmıştır. Uygulamada günlük etkinliklerimizin her yönü kontrol sistemleri tarafından etkilenmektedir. Bu nedenle otomatik kontrol sistemlerinin önemi gittikçe artmaya başlamıştır. Birçok alanda otomatik kontrol sistemleriyle alakalı çalışmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda Matlab/Simulinkle modellenen bir sistemin donanım yapısının bir DAQ kart üzerinden gerçek zamanlı kontrolünün sağlanması da otomatik kontrol sistemlerine bir örnek teşkil etmektedir. Bu çalışmada Matlab/Simulinkle modellenen bir sıvı seviye sisteminin donanım yapısının bir DAQ kart üzerinden gerçek zamanlı kontrolü gerçekleştirilmiştir. Bu işlemin gerçekleşmesi sırasında kullanılan matlab araç kutuları ve kullanılan DAQ kartıyla iletişimin nasıl sağlandığı tanıtılmaktadır.

Anahtar sözcükler: Matlab/Simulink, Gerçek Zamanlı Kontrol

1.Giriş

Otomatik kontrol sistemleri, üretilen ürünlerin kalitesinin belirlenmesinde, otomatik montaj hatlarında, makine ve aletlerin denetlenmesinde, uzay teknolojilerinde, silah sistemlerinde, bilgisayarlı kontrol sistemlerinde, ulaşım ve güç sistemlerinde, robotlarda ve benzeri endüstri sektörlerinde çok yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. Matlab/Simulink kullanılarak sistemler analiz edilebileceği gibi, otomatik kontrol sistemlerine uygun olarak gerçek zamanlı yani bir DAQ kartı ya da seri veya paralel port gibi bir aygıttan verilerin alınması ve aynı anda simulink ortamına alınan verilerin aktarılması ve işlenmesi sağlanmak üzere analizler yapılabilir ve sistemler kontrol edilebilir. Bu çalışmada Matlab/Simulink ortamında modellenen bir sıvı seviye düzeneğinin genel yapısı ve bunun yanı sıra sistemde kullanılan Simulink, Real Time Workshop, Real Time Windows Target araç kutuları ve bu yapıların kullanım şekilleri tanıtılmaktadır.

2.Sistemin Genel Yapısı

Sistemin genel yapısı şekil 1'de görülmektedir. Sistem sürücü, sıvı seviye tüpü,

indüksiyon motoru, sıvı seviye sensörü ve DAQ karttan oluşmaktadır.

Şekil 1'deki sistemde, indüksiyon motor-pompa sıvıyı, sıvı tankından seviye tüpüne transfer etmekte, seviye tüpü içerisindeki sıvı tüp tabanındaki çıkış ağzından tekrar sıvı tankına akmaktadır. Seviye tüpünde; eğer çıkış akış oranı, giriş akış oranından fazla ise sıvı seviyesi düşmektedir. Eğer giriş akış oranı, çıkış akış oranına eşitse sıvı seviyesi sabit kalmaktadır. Eğer giriş akış oranı çıkış akış oranından fazla ise sıvı seviyesi artmaktadır.

Sıvı seviye tüpünün sıvı giriş hattına ve sıvı çıkış ağzına yerleştirilen birer adet sıkıştırma kısıkaçı ile sıvı geçişi kısıtlanabilmektedir. Sıkıştırma kısıkaçları sistemde farklı çalışma noktaları oluşturmak ve sistemde bozucu etki oluşturmak amacı ile konulmuştur

Tüp içindeki sıvının seviyesi ultrasonik seviye sensörü ile ölçülmektedir. Siemens marka ultrasonik seviye sensörü, ayarlandığı seviye ya da mesafe aralığında, ölçtüğü seviye ile orantılı olarak 0-10V gerilim çıkışı vermektedir. Ultrasonik sensörün ürettiği gerilim, sıvı seviyesini ölçmek veya kontrol sistemine geri besleme sinyali olarak kullanılabilir. Sensör ölçüm aralığı 0-210mm olarak ayarlanmıştır.

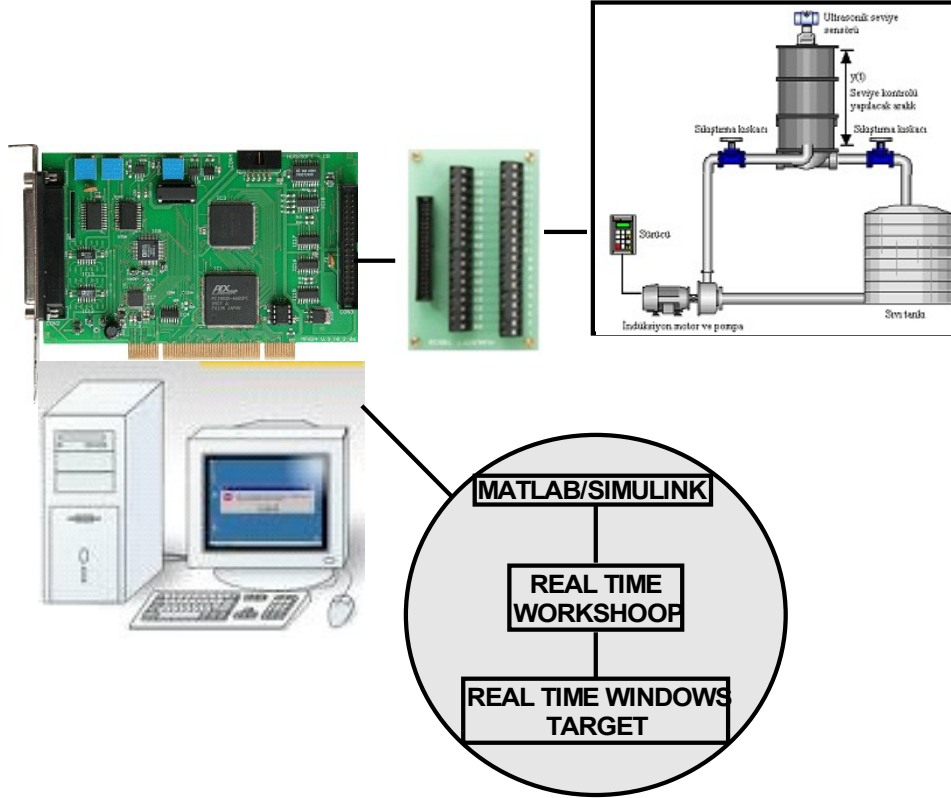
Sıvı tankı ile seviye tüpü arasında sıvı transferini sağlayan pompa, sürtme pervaneli tip olup indüksiyon motor tarafından sürülmektedir. İndüksiyon motor ve sıvı pompası düzeneği aynı mil üzerinde akupla bağlıdır. İndüksiyon motor, üç fazlı 370W gücünde ve ayarlanabilir motor sürücüsü tarafından sürülmektedir.

İndüksiyon motorun hızını kontrol eden ayarlanabilir motor sürücüsü, Siemens Micromaster 420 marka, 750W gücünde bir faz giriş ve üç faz çıkışa sahiptir. Sürücü parametreleri indüksiyon motor etiket değerlerine göre ayarlanabilmektedir. Sürücü 220V bir faz ile beslenmektedir. Analog girişlerine uygulanan 0-10V kontrol gerilimi ile çıkışlarından 0-220V gerilim aralığında üç faz gerilim ve 0-50Hz frekans aralığında V/f orantılı çıkış vermektedir [2].

Tasarlanan kontrol sisteminde, sensörden alınan seviye bilgisi DAQ kart yardımıyla bilgisayara aktarılarak sıvı seviye bilgisinin ekranda görülmesini sağlar. Buna bağlı olarak istenilen sıvı

seviye kontrolünü sağlayabilmek içinde bilgisayar üzerinden gönderilen sıvı seviye bilgisinin yine

DAQ kart vasıtasıyla sürücüye uygulanarak sıvının istenilen seviyede dengelenmesi sağlanmaktadır.



Şekil 1: Gerçek zamanlı kontrolü sağlanan sıvı seviye sisteminin genel yapısı

3.Sistemde Kullanılan Matlab Araç Kutuları

Donanımsal olarak gerçekleştirilen sıvı seviye sisteminin gerçek zamanlı olarak kontrolü sırasında kullanılan Matlab araç kutuları ve nasıl kullanıldıkları kısaca tanıtılmaktadır.

3.1.Matlab/Simulink Kullanımı

Bir dinamik sistemin simülasyonu, iki adımlık bir Simulink işlemidir.

İlk önce Simulink model editörü kullanılarak dinamik sistemin girişi, durumu ve çıkışı arasında zaman bağımlı matematiksel ilişkisini (nümerik, türev, diferansiyel denklemler vb) grafiksel olarak gösteren bir blok diyagramı oluşturulur. İkinci adımda belirlenen bir zaman aralığı içerisinde modellenen sistem çalıştırılır yani simüle edilir [3].

Sıvı seviye sisteminin modellenmesi sırasında sürücü ve indüksiyon motor için Simulink ortamındaki hazır modeller üzerinde uygun parametre değişimleri yapılarak kullanılmıştır. Sıvı

seviye tütünün ve sensör çıkışının modellenmesi kısmında ise sıvı seviyesine bağlı olarak elde edilen sensör çıkışı transfer fonksiyonuna dönüştürülmüş sistemin genel modellenmesi yapılmıştır.

3.2.Real Time Workshop Kullanımı

Simulink modellerinden Real Time Workshop ürünü tarafından C/C++ kodu üretilebilir. Oluşturulan kod, ANSI/ISO standartlarına uygun olup, bu sayede herhangi bir mikroişlemci veya gerçek zamanlı işletim sistemi üzerinde kullanılabilir. Real Time Workshop, kodu oluştururken, kodun çalıştırılacağı hedef platforma göre eniyilemeler ve ayarlamalar yapar. Hedef olarak tek görevli/çok görevli çalışan gerçek zamanlı işletim sistemleri seçilebileceği gibi, PC tabanlı donanımlar veya çeşitli endüstriyel bilgisayarlar da seçilebilir.

Real Time Workshop SIMULINK modeline eklenen, önceden yazılmış C/C++ kodlarını da otomatik koda ekleyebilme ve ayrıca Simulink içinde veya haricinde, kod üzerinde parametre

değişimi ve işaret izleme yapabilme özelliklerine sahiptir [4]. Simulink bir model için Real Time Workshop ile bir DAQ kartına erişmek ve bu kart ile gerçek zamanlı veri giriş/çıkışı yapabilmek için bilgisayarda Matlab'ın desteklediği C derleyicilerinden birisi yüklü olmalıdır. Matlab için desteklenen derleyiciler şunlardır:

- Borland C++ Builder 4
- Borland C++ Builder 5
- Borland C++ Builder 6
- Microsoft Visual Studio 5.0
- Microsoft Visual Studio 6.0
- Microsoft Visual Studio .NET

Sıvı seviye sisteminin gerçek zamanlı kontrolünde simulink model penceresi üzerindeki "Incremental build" butonu kullanılarak bu simulink modelinde kullanılacak DAQ kartı ile ilgili kütüphanelerin kullanılması ve bu karta ait gerekli makine kodu dosyalarının üretilmesi Real Time Workshop tarafından otomatik olarak sağlanmıştır.

3.3.Real Time Windows Target Kullanımı

Real-Time Windows Target gerçek donanımla gerçek zamanlı haberleşmek için Simulink modelinde kolayca düzenlenebilen birçok I/O aygıt sürücü bloğu sunan bir ortamdır. Bu bloklar sayesinde dışarıdaki herhangi bir harici kaynaktan almış olduğunuz analog yada dijital bilgiyi simulasyonla haberleştirebilir yada simulasyon üzerinden göndermek istediğiniz bir bilgiyi sistem donanımıyla haberleştirebilirsiniz.

Matlab, Simulink ve Real Time Workshop gibi Mathworks araçlarıyla tam bir bütünleşme sağlar. Sinyal toplama ve gösterme, hafızaya veya diske veri kaydetme, test süresince parametre ayarlama ve etkileşim özelliklerine sahiptir[4].

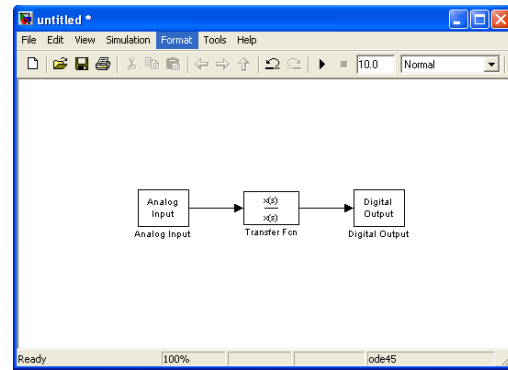
Sıvı seviye sisteminin gerçek zamanlı kontrolü sırasında sensörden alınan sıvı seviye bilgisinin sistem modelinin transfer fonksiyonuna tabi tutulabilmesi için Real-Time Windows Target başlığı altındaki analog input bloğu kullanılmıştır. Aynı şekilde transfer fonksiyonunun çıkışından alınan bilginin sisteme aktarılabilmesi için ise dijital output bloğu kullanılmıştır. Analog input ve dijital output blokları vasıtasıyla DAQ karta erişilmiş ve sıvı seviye sisteminin donanım yapısıyla simulink model yapısı arasında haberleşme sağlanmıştır.

4.Simulink Ortamında Gerçek Zamanlı (Real Time) Çalışma

Simulink kullanılarak simülasyon amacıyla sistemler analiz edilebileceği gibi gerçek zamanlı yani bir DAQ kartı ya da seri veya paralel port gibi bir aygıttan verilerin alınması ve aynı anda

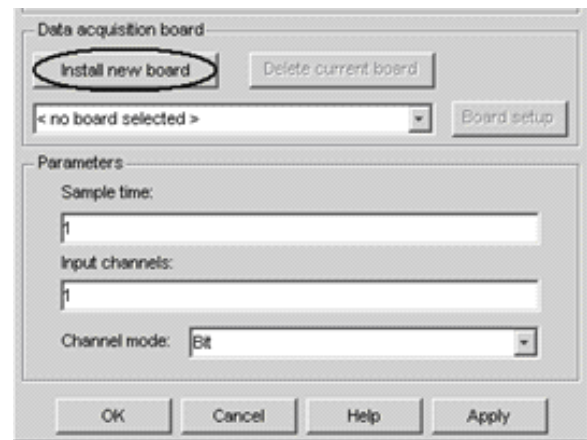
simulink ortamına alınan verilerin aktarılması ve işlenmesi sağlanmak üzere analizler yapılabilir ve sistemler kontrol edilebilir.

Sıvı Seviye kontrolü çalışmamızda humusoft firmasına ait MF 624 model bir DAQ kart kullanılmıştır. Burada sensörden alınan 0-10 V bilginin sisteme aktarılması sırasında DAQ kartın analog giriş kanalından alınan veriler sistemin transfer fonksiyonuna tabi tutulduktan sonra yine aynı kartın çıkış kanalından istenilen sıvı seviye bilgisi alınmaktadır. Bu bilgi ise DAQ kart üzerinden sürücünün analog girişlerine gönderilerek sistemin istenilen seviyede tutulması sağlanmış olur. Böyle bir tasarım için öncelikle boş bir çalışma alanına "Simulink Library Browser" penceresi kullanılarak "Real-Time Windows Target" ağacı altından çalışma alanına Şekilde gösterilen blok diyagram tasarımını gerçekleştirmek üzere gerekli bloklar eklenmiş olsun.



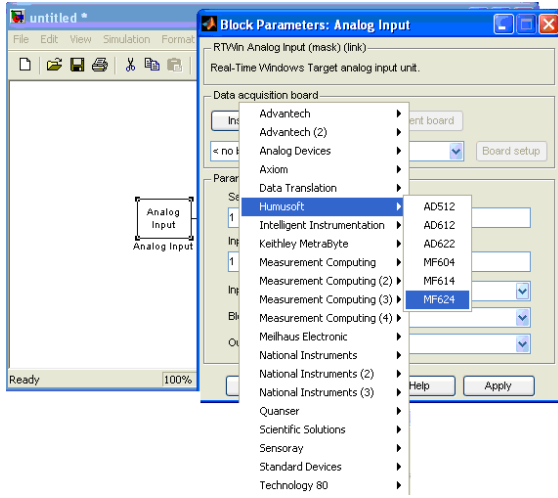
Şekil3: Gerçek zamanlı kontrolü sağlanan sistemin blok diyagram tasarımı

Şekil 3 deki gibi bir tasarıma ulaşmak için önce yapılması gereken Analog Input bloğu üzerinde farenin sağ tuşu ile çift tıklayarak bu bloğun özellikler penceresini açmak ve bu pencereden "Install New Board" butonu tıklanmalıdır.



Şekil4: Analog Input Bloğunun Özellikler penceresi

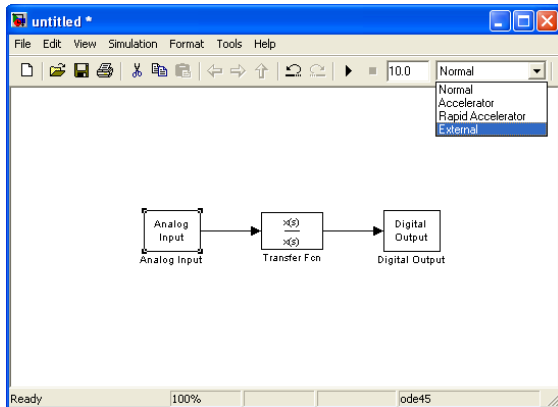
Şekilde gösterilen buton tıklandıktan sonra Şekilde gösterildiği gibi gelen ekranda bu örnekte kullanılacak DAQ kartı seçilir.



Şekil5: Real Time için Kullanılacak DAQ Kartının Seçilmesi

Daha sonra Analog Input bloğuna ait özellikler penceresinin “Data Acquisition Board ” bölümüne gelen listeden bu örnekte kullanılmak üzere az önce Simulink ortamında yüklediğimiz kart seçilir. Bu pencereye ait kullanılacak giriş kanalı ve örnekleme süresinin belirlenmesi ile ilgili ayarlar gerçekleştirilir. Daha sonra OK butonu tıklanarak “Analog Input” bloğuna ait özellikler penceresi kapatılır. Benzer işlemler “Digital Output” bloğu için de yapılır.

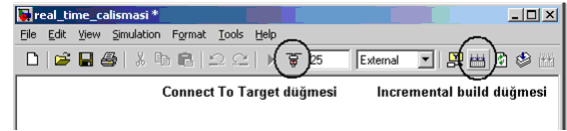
Tüm bu adımlar tamamlandıktan sonra gerekli blok diyagramı tasarımı sona ermiştir. Bu adımdan sonra Simulink çalışma alanında External seçeneği seçilmelidir.



Şekil 6: Real Time Çalışma İçin External Seçeneğinin Aktif Edilmesi

Daha sonra “Simulation” menüsünden “Configuration Parameters” komutu kullanılarak gerekli iki ayar yapılmalıdır. Gelen pencerede

Solver dalı seçilerek “Solver options” bölümünden Type liste kutusundan “Fixed-Step” seçilir. Bir diğer ayar ise yine aynı pencerenin sol tarafında yer alan dallarından “Real-Time Workshop” seçilerek aynı pencerenin sağ tarafında gözüken arayüzde “Target selection” bölümü kullanılarak “Browse” düğmesi aracılığıyla “System target file” seçeneğinin “rtwin.tlc” olarak değiştirilmesidir. Daha sonra “Configuration Parameters” penceresi OK butonu tıklanılarak kapatılır. Bu işlemten sonra hazırlanan Real Time simulink modeli çalışma alanı penceresinin araç çubuğunda yer alana Save ikonu tıklanılarak ve bir isim verilerek Matlab’ın kurulu olduğu dizin içinde yer alan “work” klasörüne kaydedilmelidir. Daha sonra Şekil 7de gösterildiği üzere “Incremental build” butonu kullanılarak bu simulink modelinde kullanılacak DAQ kartı ile ilgili kütüphaneler kullanılması ve bu karta ait gerekli makine kodu dosyalarının üretilmesi sağlanmalıdır.



Şekil 7: Real Time Çalışma için DAQ Kartına Ait Makine Kodu Dosyalarının İnşası

Bu adımdan sonra arka planda çeşitli işlemler yapılacaktır. Bu işlemler “Command Window”dan takip edilebilir. “Command Window” penceresinde “succesfully builded” mesajı alındıktan sonra kart ile bilgisayar arasında iletişimin kurulduğunu test etmek üzere “Connect To Target” düğmesi kullanılabilir. Eğer iletişim kuruldu ve herhangi bir hata mesajı alınmamış ise kart ile bilgisayar arasında bağlantı doğru olarak kurulmuştur. En son olarak da gerçek zamanlı çalışma uygulaması Simulink çalışma alanından “Start simulation” düğmesi kullanılarak çalıştırılır[5].

5. SONUÇ

Otomatik kontrol sistemlerinin tercih edilmesinin nedenlerinden bazıları zaman, kalite, maliyet, hız ve kar alanlarında birçok fayda sağlamaktadır. Otomatik Kontrol sistemleri denetim kararlılığı sağlar ve kontrol sırasında yapılan hata oranları sıfır ya da sıfıra yakın bir seviyededir.

Bu çalışmada ise gerçek zamanlı kontrolü sağlanan sıvı seviye sistemi ve çalışmada kullanılan matlab araç kutuları tanıtılmaktadır. Sistemde kullanılan Real Time Workshop ürünü sayesinde kolaylıkla kod üretimi sağlanmaktadır. Bu özellik sayesinde hem vakit kaybının hem de kod yazımındaki hataların ortadan kalkması açısından büyük kolaylık sağlanmaktadır. Bunun yanı sıra otomatik olarak üretilen kodlar C derleyicileri tarafından düzenlendikten sonra Real Time Windows Target

ürünü aracılığıyla gerçek sistem donanımına erişilmiş ve bu sayede DAQ kart aracılığıyla da sistemin gerçek zamanlı kontrolü sağlanmıştır

Kaynakça

[1] Y.Doç.Dr. Tuncay UZUN ‘Endüstriyel Otomatik Kontrol Sistemleri’

[2] Ahmet ILICA ‘Programlanabilir Lojik Kontrolör Kullanarak Kontrol Uygulamaları İçin Geliştirilen Deneysel Düzenekte Sıvı Seviye Kontrolü’ Yüksek Lisans Tezi.

[3] Canan ULU ‘Matlab/ Simulink Ortamında Tasarlanan Sistemin Gerçek Zamanlı Kontrolü ’Tez Semineri.

[4] www.mathworks.com

[5] Kenan SAVAŞ ‘Kontrol Sistemleri İçin Matlab’te GUI Uygulamaları Tasarımı’ Lisans Tezi