

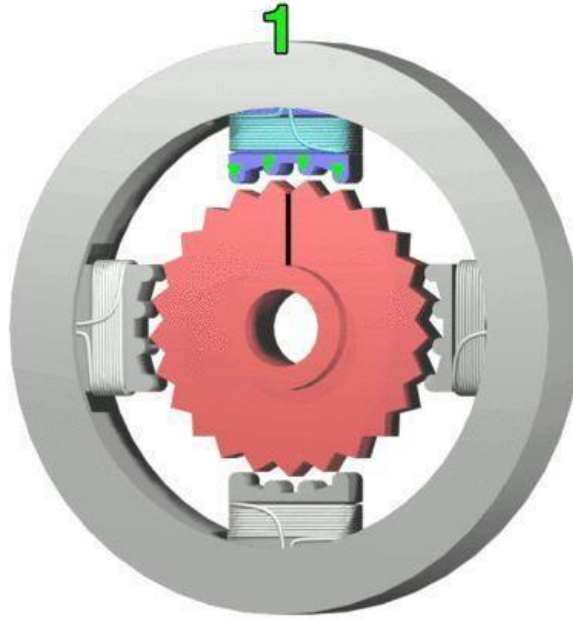
ADIM MOTORUNUN MİKROBİLGİSAYARLARLA DENETİMİ

1. GENEL TANITIM

Adım motorları, küçük momentli sayısal uygulamalarda son derece yaygınlaşmakta olan sayısal motorlardır. Hem açık hem de kapalı çevrimli kontrol sistemlerinde, en az donanımla yüksek doğrulukta kullanılabilirler. Bazı adım motorları istenilen konuma bir derece veya daha küçük hatayla konumlandırılabilir.

Çok sayıda adım motoru tasarımı olmasına rağmen, bu motorlar iki değişik temel tür altında toplanabilir: değişken relüktanslı veya hibrid yapılı.

Bir motorun iç yapısı çok farklı gözüke bile, motorun uç davranışını bu iki türün birisi cinsinden tanımlamak her zaman mümkündür.



Şekil – 1. Bir adım motorunun iç yapısı.

Adım motorunun esas özelliği, anahtarlama uyarma değişimlerini, rotor konumunun tam olarak belirlenmiş artımlarına dönüştürmektir. Rotorun doğru konumlanması, genellikle, motorun durağan ve dönen parçaları üzerindeki demir dişlerin manyetik olarak aynı hizaya getirilmesiyle sağlanır. Hibrid motor için manyetik akının ana kaynağı sürekli bir mıknatıstır ve bir veya daha fazla sargıdaki doğru akımlar, akıyı alternatif yollara yönlendirir.

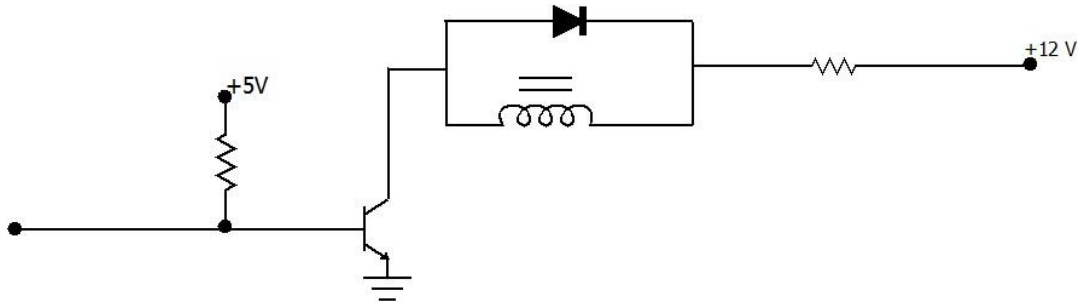
Değişken relüktanslı adım motorunun iki değişik şekli vardır. Her iki durumda da manyetik alan sadece sargı akımları tarafından üretilir.

Bir adım motorunun genel yapısı Şekil-1'de gösterilmiştir. Bu motor, kendi göreceli konumunu kontrol etmek için dört ayrı sargı içerir. Sargılardan akan akımlar, rotoru konumlandırmak için manyetik alanlar oluşturur. Rotor, alan sargılarında üretilen manyetik alanlar tarafından hareket ettirilen bir sürekli mıknatıstır. Rotor bir kez son konumuna konumlandırıldığında, bu sargılardan oluşturulan manyetik alanlar, rotoru o konumda tutar. Gösterilen örnekte, rotor saat ibreleri yönünde hareket eder.

2. AKIM SÜRÜCÜSÜ

Alan akımlarını üretmek, bir akım sürücüsü gerektirir. Şekil-2'de adım motorunun dört sargısından biri için tipik bir akım sürücüsü gösterilmiştir. Sürücü, sargıdan bir akım akıtmak ve sargıyı belirli bir konumda tutmak için akım miktarını azaltma yeteneğine sahiptir. Rotoru hareket ettirmek, sabit bir konumda tutmaktan daha fazla akım gerektirir.

Dönme yönü, sargılar içinden sırayla akan akımların oluşturduğu yapıyla belirlenir. Sürekli dönme, bu uyarma dizisini tekrarlayarak üretebilir. Bu dizi, dönmenin hızını ve yönünü belirler.



Şekil – 2. Adım sargı sürücüsü. Sargıdan akım akıp akmayacağını belirler.

Bu deneyde dört sargının akım sürücüsü görevini, ULN2003 entegre devresi ve bu devrenin üzerinde bulunduğu hazır sürücü kartı yerine getirmektedir. Mikrobilgisayarın sayısal çıkışları, motoru sürebilecek akımı veremeyeceği için sargılar doğrudan karta bağlanmaz. Sürücü kartı bu işlevi yerine getirir.

3. ADIM DENETİMİ

Adım motorunun denetimi, dört ayrı akım sürücüsü ve bir adım kontrol işareti gerektirir. Eğer adım aralığı 1.8 dereceye eşitse, rotoru bir devir döndürmek için 200 adım gereklidir. Tablo-1'deki ikili bit yapısı sürücülere gönderilerek, rotorun hızı ve yönü kolayca kontrol edilebilir. Bu bit yapısı adım motorunun dört sargısından ikisinin aynı anda enerjilenmesine sebep olur. Bit yapısını gösterilen yönde hareket ettirmek, motor içindeki manyetik alanı döndürür. Bu yapı ne kadar hızlı hareket ettirilirse, motor da o kadar hızlı döner.

Saat yönü	Saat yönünün tersi
1 1 0 0	0 0 1 1
0 1 1 0	0 1 1 0
0 0 1 1	1 1 0 0
1 0 0 1	1 0 0 1

Tablo - 1. Adım motoru kontrol bit yapıları.

Adım motorunun denetimi için yapılan yazılım hem dönmenin yönünü hem de döndürülecek adım sayısını kontrol etmek için gereklidir. Ayrıca rotorun bulunduğu konumu hatırlama yeteneğine de sahip olmalıdır. Motora ardı ardına uygulanan kontrol bit yapıları arasında belirli bir gecikme olması gerekir. Dolayısıyla bu gecikme süresi bir minimum değere (genel olarak 1 ms) sahiptir. Hız ayarı, motora gönderilen bit dizileri arasındaki bekleme süresi değiştirilerek yapılır.

Bu deneyde denetim yazılımı, Intel Galileo Gen 2 kartı üzerinde Arduino IDE ile geliştirilecektir.

4. KONUMSAL GERİBESLEME

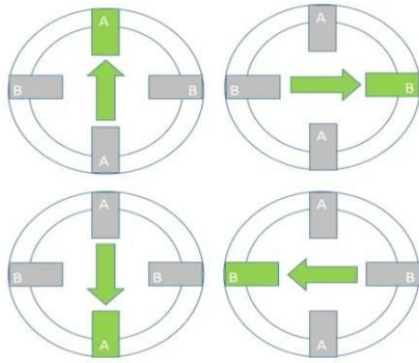
Adım motorunun konumu, belirli bir uygulamada kritik olabilir veya olmayabilir. Örneğin, bir yazıcıda sayfa adım motoruyla hareket ettiriliyorsa, konum önemli değildir. Sayfanın bir satır oynatılması, sadece adım motorunun her bir satır için 20 defa darbelenmesi anlamına gelir. 10 defa darbelenmek, sayfayı yarım satır hareket ettirir.

Diğer yandan, eğer adım motoru, bir yazıcıda yazma kafasını hareket ettirirse, konumsal geribesleme gerçekten önemli olabilir. Bu geribeslemeyi elde etmenin bir yolu, bir başlangıç konumu algılamaktır. Yazıcılarda başlangıç konumu normalde sayfanın sol kenarıdır. Bu, çoğu kez bir led ve bir fototransistör içeren optik bir cihazla sağlanır. Kafa başlangıç konumuna getirildiğinde, ışık ışını kırılır ve bu da donanım ve yazılımla algılanabilir.

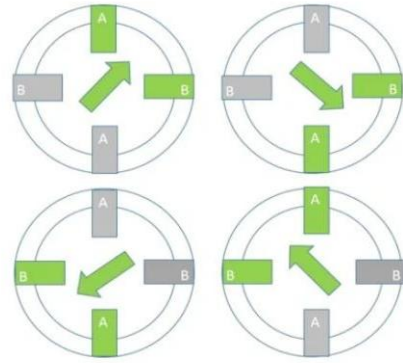
Bu başlangıç konumu bir kez bilinirse, yazıcı yazılımı, başka herhangi bir geribesleme olmaksızın, gerekli adımlarla, herhangi bir yazma konumuna atlanabilir. Başka bir geribesleme olmayınca hatalar oluşabileceği kabul edilir. Fakat günümüz modern adım motorlarında bu hatalar çok nadir olmaktadır.

5. ADIM MOTOR TÜRLERİ

Şekil-3'te Tek Fazlı Tam Adım motorunun dönme hareketi gösterilmektedir. Bu durumda motor aynı anda bir faza enerji verilerek çalıştırılır. Şekil-4'te İki Fazlı Tam Adım motorunun dönme hareketi gösterilmektedir ve aynı anda iki faza enerji verilerek çalıştırılır.

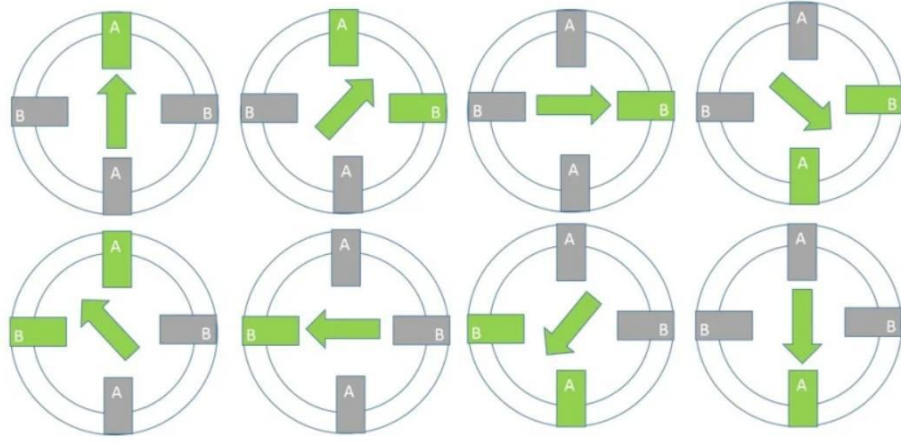


Şekil - 3. Tek Fazlı Tam-Adım



Şekil - 4. İki Fazlı Tam-Adım

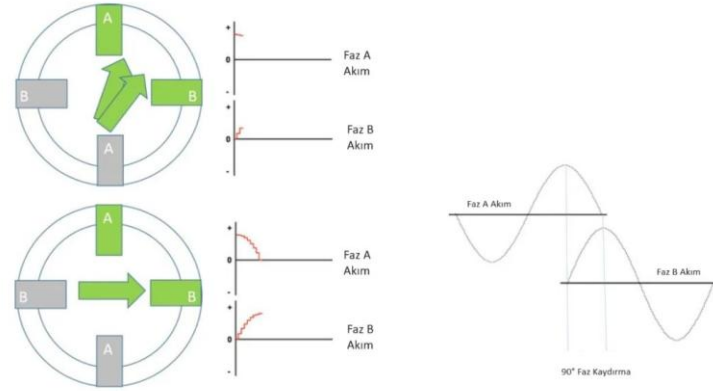
Şekil-5'te bir faz ve iki faz Tam-Adım modlarının birleşimi olan Yarım-Adım motorun dönme hareketini göstermektedir. Bu Tam-Adım dönme açısının yarısını ifade eder ve daha küçük adım açısı, açının artan çözünürlüğü nedeniyle daha düzgün çalışma sağlar.



Şekil - 5. Bir-İki Fazlı Yarım-Adım

Şekil-6'da Microstepping motorun dönme hareketi gösterilmiştir. Mikro sürücü, birbirinden 90° ayrı iki akım sinüs dalgası kullanır; bu, motorun daha düzgün çalışmasını sağlamakla birlikte adımlama eyleminin ortadan kaldırılmış bir görünümüne sahip olur. Her sarımdaki akım akışının yönünü ve genliğini kontrol ederek çözünürlük artar ve daha az titreşim sağlanır. Sinüs dalgaları birlikte çalıştığı için bir sargıdan diğerine yumuşak bir geçiş olur. Birinde akım arttığında diğerinde azalır, bu da düzgün bir adım ilerlemesi ve tork çıkışının korunmasıyla sonuçlanır.

A fazın maksimum güçte B fazı sıfırdadır. Rotor A fazıyla aynı hizada olacaktır. A fazına giden akım azaldıkça B fazı yükselir. B fazına gelene kadar rotor B fazına doğru küçük adımlar atacaktır. B fazı maksimumda ve A fazı sıfırdadır. Süreç daha sonra diğer aşamalarda devam eder.



Şekil - 6. Microstepping

6. DENEYE HAZIRLIK SORULARI

- Deney sırasında kullanılacak adım motoru olan 28BYJ-48 Stepper Motor, 5.625 derecelik adım açısına ve 1/64 düşürme oranına sahiptir. Buna göre motorun bir tam tur atması için gereken tam adım ve yarım adım sayılarını hesaplayınız.
- Konumsal geri besleme (positional feedback) neden bazı uygulamalarda kritikken bazılarında önemli değildir?
- Adım motorunun senkronunun bozulması ve adım kaçırması hangi durumlarda gerçekleşebilir?

7. DENEY TASARIMI VE UYGULAMASI

Bu deneyde, Intel Galileo Board Gen2 ve Step Motor kullanılarak saat yönünde dönen Tek Fazlı Tam Adım, saat yönünün tersine dönen İki Fazlı Tam Adım ve Tek-İki Fazlı Yarım Adım devreleri gerçekleştirilecektir.

Uygulama

1. Step Motor Sürücüsünün 4 adet IN girişi, Galileo Board üzerindeki 11-10-9-8 pinlerine **IN1→11, IN2→10, IN3→9, IN4→8** şeklinde bağlanır. Ardından sürücü üzerindeki + ve – Galileo üzerindeki 5V ve GND’a bağlanır.
2. Adım motorunun dört kablolu soketi, motor sürücüsündeki soket girişine takılır.
3. Intel Galileo Board güç adaptörü takıldıktan sonra boot etmesi için bir süre beklenir, ardından USB kablo ile bilgisayara bağlanır.
4. Arduino IDE açılır, Select Board kısmından Intel Galileo Gen2 ve bağlı olduğu port seçilir. Ardından Tek Fazlı Tam Adım kodu yüklenerek Step Motor’un hareketi gözlemlenir.

Deney Soruları

Mevcut Tam Adım kodu üzerinde değişiklik yaparak, Şekil 5’te görülen İki Fazlı Tam Adım Motorunu Saat Yönünün Tersine dönecek şekilde gerçekleştiriniz.

Şekil 6’da bulunan Bir-İki Fazlı Yarım Adım Motoru için girişlerin HIGH ve LOW olma durumlarını değerlendirerek durum tablosunu oluşturunuz. Ardından durum tablosuna uygun olarak kodu güncelleyerek yarım adım uygulamasını gerçekleştiriniz.

Deney sonunda dört çıkış da lojik-0 yapılarak sargılar enerjisiz bırakılmalı, aksi halde motor ve sürücü ısınır.