

ÖZET

DİNAMİK OLARAK KONTROL EDİLEN ANAHTARLAMA FREKANSINA SAHİP BİR GÜÇ MODÜLÜ İÇEREN EV CİHAZI

Bu buluş, dinamik olarak kontrol edilen anahtarlama frekansına sahip bir güç
5 modülü içeren bir elektrikli ev cihazı ile ilgilidir. Bu buluş özellikle, bir fırçasız
doğru akım motoru olan ve konumu, motor fazlarından (2, 3, 4) geçen akımlar
yeniden oluşturulacak şekilde belirlenen bir elektrik motoru, söz konusu elektrik
motorunun sürülmesini sağlayan, AC şebeke gerilimini DC gerilimine dönüştüren
bir çeviriciye sahip bir sürücü devresi, doğru akımı eviren, bir DC hattına
10 bağlanan bir altı yollu üç fazlı evirici yapısında olan serbest geçiş diyotlarına (5)
sahip yüksek gerilim ve alçak gerilim güç anahtarlarına (6, 7) sahip bir evirici güç
modülü (1) içeren bir sürücü devresi evirici katı içeren bir elektrikli ev cihazı ile
ilgilidir.

ABSTRACT

**HOUSEHOLD APPLIANCE HAVING A POWER MODULE WITH
DYNAMICALLY CONTROLLED SWITCHING FREQUENCY**

5

The present invention relates to an electrical household appliance with a power module with dynamically controlled switching frequency. The present invention more particularly relates to an electrical household appliance comprising an electric motor, a driver circuit capable of driving said electric motor, said driver circuit comprising a converter that converts AC mains voltage to DC voltage, a driver circuit inverter stage that inverts the direct current, said driver circuit inverter stage comprising an inverter power module (1) having high side and low side power switches (6, 7) with freewheeling diodes (5) in the form of a six-switch three-phase inverter connected to a DC bus, said electric motor being a brushless DC motor and motor position being determined in the manner that currents flowing through motor phases (2, 3, 4) are recreated.

10

15

İSTEMLER

- 1) Bir fırçasız doğru akım motoru olan ve konumu, motor fazlarından (2, 3, 4) geçen akımlar yeniden oluşturulacak şekilde belirlenen bir elektrik motoru, söz konusu elektrik motorunun sürülmesini sağlayan, AC şebeke gerilimini DC 5 gerilimine dönüştüren bir çeviriciye sahip bir sürücü devresi, doğru akımı eviren, bir DC hattına bağlanan bir altı yollu üç fazlı evirici yapısında olan serbest geçiş diyotlarına (5) sahip yüksek gerilim ve alçak gerilim güç anahtarlarına (6, 7) sahip bir evirici güç modülü (1) içeren bir sürücü devresi evirici katı **içeren**,

- PWM frekansı, motor hızı bir birinci önceden belirlenmiş hızdan düşük olduğunda bir birinci anahtarlama frekansı uygulanacak ve motor hızı birinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek olan bir ikinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek olduğunda birinci anahtarlama frekansından yüksek olan bir ikinci anahtarlama frekansı uygulanacak ve motor hızı birinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek, ikinci önceden belirlenmiş hızdan düşük olduğunda PWM 15 frekansının birinci veya ikinci anahtarlama frekansına getirilecek şekilde dinamik olarak değiştirilen güç modülü **ile karakterize edilen** bir elektrikli ev cihazı.

- 2) Motor hızı birinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek, söz konusu ikinci önceden belirlenmiş hızdan düşük olduğunda, bir bitlik bir frekans bayrağına uygun olarak belirlenen PWM frekans düzeyi ayarı **ile karakterize edilen**, İstem 20 1'deki gibi bir elektrikli ev cihazı.

- 3) Motor hızı söz konusu birinci önceden belirlenmiş hızdan düşük olduğunda 1'e, motor hızı söz konusu ikinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek olduğunda ise 1'e ayarlanan söz konusu bir bitlik frekans bayrağı **ile karakterize edilen**, İstem 2'deki gibi bir elektrikli ev cihazı.

- 25 4) Bir çamaşır makinesi, bir bulaşık makinesi, bir kurutma makinesi veya bir kurutmalı çamaşır makinesi olan, yukarıdaki istemlerden herhangi birindeki gibi bir elektrikli ev cihazı.

- 5) Bir çamaşır yıkama ve/veya kurutma makinesi olan ve söz konusu yıkama ve/veya kurutma makinesinin tamburunu süren elektrik motoru **ile karakterize**

edilen, İstem 4'teki gibi bir elektrikli ev cihazı.

- 6) İstem 1'deki gibi bir elektrikli ev cihazının işleyişinin kontrol edilmesi amacıyla kullanılan ve söz konusu elektrikli ev cihazının bir fırçasız doğru akım veya fırçasız alternatif akım motorunu süren bir güç modülünün (1) PWM
- 5 frekansının, motor hızı bir birinci önceden belirlenmiş hızdan düşük olduğunda bir birinci anahtarlama frekansı uygulanacak ve motor hızı birinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek olan bir ikinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek olduğunda birinci anahtarlama frekansından yüksek olan bir ikinci anahtarlama frekansı uygulanacak ve motor hızı birinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek,
- 10 ikinci önceden belirlenmiş hızdan düşük olduğunda PWM frekansının birinci veya ikinci anahtarlama frekansına getirilecek şekilde dinamik olarak değiştirilmesi adımları **ile karakterize edilen** bir yöntem.

CLAIMS

1) An electrical household appliance comprising an electric motor, a driver
5 circuit capable of driving said electric motor, said driver circuit comprising a
converter that converts AC mains voltage to DC voltage, a driver circuit inverter
stage that inverts the direct current, said driver circuit inverter stage comprising an
inverter power module (1) having high side and low side power switches (6, 7)
with freewheeling diodes (5) in the form of a six-switch three-phase inverter
10 connected to a DC bus, said electric motor being a brushless DC motor and motor
position being determined in the manner that currents flowing through motor
phases (2, 3, 4) are recreated **characterized in that**;

PWM frequency of the power module (1) is dynamically changed in the
manner that if the motor speed is less than a first predefined speed, a first
15 switching frequency is applied, if the motor speed is greater than a second
predefined speed that is greater than the first predefined speed, a second switching
frequency greater than the first switching frequency is applied and if the motor
speed is greater than the first predefined speed but less than said second
predefined speed, the PWM frequency is set to either the first or the second
20 switching frequency.

2) An electrical household appliance as in Claim 1, **characterized in that** if
the motor speed is greater than the first predefined speed but less than said second
predefined speed, the PWM frequency level setting is determined according to the
25 value of a one bit frequency flag.

3) An electrical household appliance as in Claim 2, **characterized in that**
said one bit frequency flag is set to 1 if the motor speed is less than said first
predefined speed and set to 1 if the motor speed is greater than said second
30 predefined speed.

7.2263 (ARC2016P00166)

4) An electrical household appliance as in any preceding Claims, **characterized in that** said electrical household appliance is a washing machine, a dishwasher, a drying machine or a combo drying and washing machine.

5 5) An electrical household appliance as in Claim 4, **characterized in that** said electrical household appliance is a washing and/or drying machine and said electric motor drives drum of said washing and/or drying machine.

6) A method for controlling operation of an electrical household appliance as
10 in Claim 1, **characterized in that** said method comprises the steps of dynamically changing PWM frequency of a power module (1) driving a BLDC or BLAC motor of said electrical household appliance in the manner that if the motor speed is less than a first predefined speed, a first switching frequency is applied and if the motor speed is greater than a second predefined speed that is also greater than
15 the first predefined speed, a second switching frequency greater than the first switching frequency is applied and finally, if the motor speed is greater than the first predefined speed but less than said second predefined speed, than the PWM frequency is set to either the first or the second switching frequency.

20

25

TARİFNAME

DİNAMİK OLARAK KONTROL EDİLEN ANAHTARLAMA FREKANSINA SAHİP BİR GÜÇ MODÜLÜ İÇEREN EV CİHAZI

5 Bu buluş, dinamik olarak kontrol edilen anahtarlama frekansına sahip bir güç modülü içeren bir elektrikli ev cihazı ile ilgilidir.

Senkron motor, bir dönen stator manyetik akısı ve senkron frekansında dönecek şekilde buna kilitli olan bir rotor akısına sahip olan bir elektrik motorudur. Fırçasız DC (BLDC) motor ve fırçasız AC motor (BLAC), ikizkenar yamuk formunda ters EMF voltajına ve sinüzoidal ters EMF formuna sahip olan senkron 10 motorlardır.

Senkron motorlar, dönme hareketli ev cihazlarında, özellikle bulaşık makineleri ve çamaşır makinelerinde kullanılmaktadır. Örneğin, çamaşır makineleri, tambur içinde, çamaşırların yapışabildiği belirli bölgeleri hedef alarak su jetleri püskürten bir jet pompası ve tamburun içindeki suyun tahliye edilmesini sağlayan bir tahliye 15 pompası içerebilmektedir. Aynı şekilde, bir çamaşır yıkama ve/veya kurutma makinesi, bir tahliye pompası ve yıkama suyunun dolaşımını sağlayan bir dolaşım pompası içerebilmektedir.

Teknikte bilinen vektör kontrol yöntemlerinden biri rotorun bir mikrodenetleyici tarafından konumlandırılmasıdır. Fırçasız doğru akım ve fırçasız alternatif akım 20 motorları kompakt yapıları ve kolay kontrol edilebilmeleri nedeniyle çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Söz konusu motorlar genellikle, bir veya birden fazla rotor konum sensörü ile çalıştırılmaktadırlar. Ancak, motorun kontrolü, Hall sensörleri veya herhangi bir tür sensör kullanılmaksızın, motor sarımlarından geçen akımdan elde edilen bilgi sayesinde motorun konumu hesaplanarak 25 gerçekleştirilebilmektedir.

Fırçasız doğru akım motorunun sürülmesi amacıyla genellikle bir üç fazlı evirici sürücü devresi kullanılmaktadır. Evirici sürücülere sahip, bir entegre güç modülü (IPM) yapısındaki tek bir pakette toplanan güç modülünde yer alan yarı iletken anahtarlar MOSFET, IGBT veya benzeri tipte olabilmektedir. Güç modülündeki

güç anahtarları anahtarlama kayıplarına ve iletim kayıplarına neden olmaktadır. İletim kayıpları temelde, bir MOSFET gibi bir güç anahtarındaki iç dirence (R_{ds}) veya bir IGBT gibi bir güç anahtarında oluşan doyma gerilimine bağlıdır. Güç anahtarından geçen akım arttığında kayıp da artmaktadır. Artan kayıplar ısı ortaya çıkarmakta ve güç modülünün sıcaklığını daha da yükseltmektedir. Anahtarlama frekansı anahtarlama kayıpları ile doğru orantılıdır. Artan frekans anahtarlama kayıplarını da artırmakta, iletim kayıpları ısı ortaya çıkarmakta ve bunun sonucunda güç modülünün sıcaklığı yükselmektedir. Anahtarlama kayıplarının azaltılması amacıyla, yazılım anahtarlama teknikleri içeren gelişmiş devre topolojileri kullanılması gerekmektedir. Ancak, bu da tasarlanan sistemin toplam maliyetinin artmasına neden olmaktadır.

Ev cihazı motorlarında, güç evirici modülünün anahtarlama elemanlarının anahtarlama frekansının dinamik olarak ayarlanması gerekebilmektedir. Bir çamaşır makinesinde, seçilen yıkama ve/veya kurutma çevrimine bağlı olarak tambur farklı hızlarda döndürülebilmekte ve anahtarlama frekansı çevrimin aşamalarına uygun olarak değiştirilebilmektedir. Sensörsüz motor kontrolünde ise, akım örnekleme çözünürlüğü sensörsüz motorun kontrolünün sağlanması için yeterli olamayabilmektedir. Anahtarlama kayıplarının azaltılması amacıyla, anahtarlama frekansı motor hızına uygun olarak kontrol edilebilmekte, böylece, sensörsüz motor kontrolü yeterli bir akım örnekleme frekansı ile gerçekleştirilecek şekilde yüksek motor hızlarında eşzamanlı olarak yeterince yüksek bir anahtarlama frekansı elde edilebilmektedir.

Teknikte bilinen KR20010073638 sayılı patent dokümanında, bir güç kaynağına, güç kaynağından güç ve kontrol sinyali alarak bir fırçasız doğru akım (BLDC) motorunun sürülmesi amacıyla kullanılan bir eviriciye, fırçasız doğru akım motorunun rotor konumunun algılanmasını ve ölçülen konum verilerini kullanarak hızının hesaplanmasını sağlayan bir rotor konum ve hız algılama ünitesine, referans değeri ile hesaplanan hız arasındaki farkı oranlayıp entegre ederek dalga genişlik modülasyonunun (PWM) çalışma oranını kontrol eden bir orantılı entegre kontrol ünitesine, rastlantısal sayıların üretilmesi amacıyla kullanılan bir

rastlantısal değişken üreticiye, rastlantısal sinyali kullanarak PWM frekansının belirlenmesini sağlayan bir PWM frekansı belirleme ünitesine, belirlenen frekansa göre PWM frekans periyodunu ve çalışma zamanını üreten bir PWM karşılaştırma sinyali üreticiye ve PWM atımını kullanarak eviricinin anahtarlama elemanlarının açılıp kapatılmasını sağlayan kapı sinyalini üreten bir kapı sinyali üreticiye sahip 5 olan bir kompresör gürültü azaltma vasıtası açıklanmaktadır.

Ayrıca, US2013043811 sayılı patent dokümanında, bir fırçasız doğru akım motorunun tek bir şönt ile Alan Odaklı Kontrolü (FOC) açıklanmaktadır.

Bu buluş ile, anahtarlama kayıplarının azaltılmasını sağlayan ve aynı zamanda, 10 yüksek motor hızlarında yeterince yüksek bir anahtarlama frekansını mümkün kılarak, yeterli bir akım örnekleme frekansına sahip sensörsüz motor kontrolü elde edilmesine olanak veren bir kontrol şeması gerçekleştirilmektedir.

Bu buluşun amacı, sensörsüz vektör kontrolünde daha verimli bir motor işleyişi elde edilmesini sağlayan, bir fırçasız doğru akım veya bir fırçasız alternatif akım 15 motoru kontrol şemasına sahip olan bir elektrikli ev cihazının gerçekleştirilmesidir.

Buluş konusu elektrikli ev cihazı, bir DC hattına bağlı bir altı anahtarlı üç fazlı evirici yapısındaki bir evirici güç modülü içermektedir. PWM frekansı, düşük 20 hızlarda anahtarlama kayıplarının azaltılması ve yüksek hızlarda akım örnekleme gerçekleştirilebilmesi amacıyla elektrik motorunun çalışma durumuna uygun olarak dinamik bir şekilde değiştirilmektedir.

Ekteki şekiller yalnızca, önceki tekniğe göre avantajları yukarıda ana hatlarıyla anlatılan ve aşağıda ayrıntılı olarak açıklanacak olan bir fırçasız doğru akım veya bir fırçasız alternatif akım motoru ve bir kontrol modülü içeren bir ev cihazının 25 örneklendirilmesi amacıyla verilmiştir.

Şekiller, istemlerde tanımlanan koruma kapsamını sınırlandırmamaktadır ve bu buluşun açıklama kısmındaki teknik açıklamaya başvurulmadan, söz konusu istemlerde tanımlanan kapsamı yorumlama amacıyla tek başlarına kullanılmamalıdır.

7.2263 (ARC2016P00166)

Şekil 1, yüksek gerilim ve düşük gerilim güç anahtarlarına sahip teknikte bilinen bir evirici modülü göstermektedir.

Şekil 2, buluşun bir uygulamasında, bir fırçasız doğru akım veya bir fırçasız alternatif akım motorunun sensörsüz kontrolünü sağlayan devre şemasını göstermektedir.

Şekillerdeki parçalar tek tek numaralandırılmış olup, bu numaraların karşılığı aşağıda verilmiştir:

- 1) Güç modülü
 - 2) A Fazı
 - 3) B Fazı
 - 4) C Fazı
 - 5) Serbest geçiş diyodu
 - 6) Yüksek gerilim güç anahtarı
 - 7) Alçak gerilim güç anahtarı
- 15 Buluş konusu elektrikli ev cihazı, özellikle bir çamaşır makinesi, bir bulaşık makinesi, bir kurutma makinesi veya bir kurutmalı çamaşır makinesi, örneğin bir çamaşır makinesinde, çamaşırların yapışabildiği belirli bölgeler hedeflenecek şekilde tamburun içine su jetleri püskürtülmesini sağlayan bir jet pompasının sürülmesini, tamburun içindeki suyun tahliye edilmesini sağlayan bir tahliye
- 20 pompasının sürülmesini veya bir tahliye pompasının ve suyun dolaştırılması amacıyla bir dolaşım pompasının sürülmesini sağlayan bir fırçasız doğru akım (BLDC) motoru veya bir fırçasız alternatif akım (BLAC) motoru yapısında olan bir elektrik motoru içermektedir.

Bir elektrikli ev cihazı, üç fazlı (A fazı, B fazı ve C fazı, sırasıyla 2, 3 ve 4) bir

25 fırçasız doğru akım veya bir fırçasız alternatif akım motorunun sürülmesini sağlayan bir güç modülü (1) içermektedir. Güç modülünün (1) yüksek gerilim güç anahtarları (6, HIN1, HIN2, HIN3) ve alçak gerilim güç anahtarları (7, LIN1, LIN2, LIN3) genellikle, içlerinden geçen ters yöndeki akımın dağıtılabilmesini

sağlayan serbest geçiş diyotları (5) içermektedir. Faz sarımlarına giden güç ilgili serbest geçiş diyotları (5) vasıtasıyla kesilmekte ve ilgili fazlarda depolanan manyetik enerji dağıtılmaktadır.

- 5 Fırçasız doğru akım veya fırçasız alternatif akım motorunun kontrolü genellikle, Hall sensörleri kullanılmaksızın, motor sarımlarından geçen akımdan elde edilen bilgi sayesinde motorun konumu Alan Odaklı Kontrol (FOC) vasıtasıyla hesaplanarak gerçekleştirilmektedir. DC hattından geçen akım, üç fazlı akımların yeniden oluşturulması ve tek bir şönt ve bir diferansiyel amplifikatör kullanılarak motor konumunun hesaplanması amacıyla kullanılmaktadır.
- 10 Teknikte uzman kişilerce bilindiği üzere, her bir fazdan (2, 3, 4) geçen akımın miktarı, her bir fazda şönt dirençleri (şekillerde gösterilmemiştir) kullanılarak da belirlenebilmektedir. Alternatif olarak, iki bacadaki akımlar ölçülüp üçüncü akımın Kirchhoff kanunu kullanılarak yeniden oluşturulmasıyla akımların yeniden oluşturulması amacıyla iki şönt yöntemi kullanılabilir. Örneğin,
- 15 US2015022131 sayılı patent dokümanında, şönt dirençleri yapısında olan akım sensörleri açıklanmaktadır.

- Bu buluş ile, anahtarlama frekansı azaltılarak anahtarlama kayıplarının azaltıldığı bir kontrol şeması gerçekleştirilmektedir. Düşük motor hızlarında, akım örnekleme frekansı ile orantılı bir düşük anahtarlama frekansı kullanılırken,
- 20 yüksek motor hızlarında yüksek bir akım örnekleme frekansı gerekmektedir. Anahtarlama frekansı kontrolü hıza bağlı olarak gerçekleştirilen bir fırçasız doğru akım veya fırçasız alternatif akım motoru, düşük hızlardaki yıkama çevrimleri gibi uzun süreli motor işlemlerinin daha düşük anahtarlama kayıpları ile gerçekleştirilebilmesi ve sıkma çevrimi gibi yüksek hız gerektiren işlemlerin
- 25 sensörsüz konum kontrolü elde edilmesi amacıyla yüksek anahtarlama frekanslarında gerçekleştirilebilmesi bakımından avantajlıdır. Başka bir deyişle, PWM frekansının azaltılması ses komutasyonunu etkilemeksizin anahtarlama kayıplarını azaltmakta, ancak, yüksek devirlerde yüksek örnekleme frekanslarına gereksinim duyulmaktadır.
- 30 Bu buluş sayesinde, yüksek hızlarda örnekleme çözünürlüğünün artırılması

amacıyla PWM frekansının dinamik olarak değiştirilmesi sağlanmaktadır. Şekil 2'de görüldüğü gibi, motor hızının önceden tanımlanmış bir birinci hızdan düşük olması durumunda bir birinci anahtarlama frekansı kullanılmaktadır. Öte yandan, motor hızı önceden belirlenmiş birinci hızdan yüksek olan önceden belirlenmiş bir ikinci hızdan yüksek olduğunda, birinci anahtarlama frekansından yüksek olan bir ikinci anahtarlama frekansı kullanılmaktadır. Son olarak, motor hızı önceden belirlenmiş birinci hızdan yüksek, söz konusu önceden belirlenmiş ikinci hızdan düşük olduğunda, önceki uyarlama sırasında bir frekans bayrağı (FF, 0 veya 1) ile belirlenen PWM frekans seviyesi ayarı kullanılmaktadır.

- 10 Güç anahtarlarının çalıştırılması amacıyla PWM tekniği olarak Uzay Vektör Atım Genişliği Modülasyonu (SVPWM) kullanılmaktadır.

Özetle, bu buluş ile, bir fırçasız doğru akım motoru olan ve konumu, motor fazlarından (2, 3, 4) geçen akımlar yeniden oluşturulacak şekilde belirlenen bir elektrik motoru, söz konusu elektrik motorunun sürülmesini sağlayan, AC şebeke gerilimini DC gerilimine dönüştüren bir çeviriciye sahip bir sürücü devresi, doğru akımı eviren, bir DC hattına bağlanan bir altı yollu üç fazlı evirici yapısında olan serbest geçiş diyotlarına (5) sahip yüksek gerilim ve alçak gerilim güç anahtarlarına (6, 7) sahip bir evirici güç modülü (1) içeren bir sürücü devresi evirici katı içeren bir elektrikli ev cihazı gerçekleştirilmektedir.

- 20 Buluşun bir uygulamasında, güç modülünün (1) PWM frekansı, motor hızı bir birinci önceden belirlenmiş hızdan düşük olduğunda bir birinci anahtarlama frekansı uygulanacak ve motor hızı birinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek olan bir ikinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek olduğunda birinci anahtarlama frekansından yüksek olan bir ikinci anahtarlama frekansı uygulanacak ve motor hızı birinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek, ikinci önceden belirlenmiş hızdan düşük olduğunda PWM frekansının birinci veya ikinci anahtarlama frekansına getirilecek şekilde dinamik olarak değiştirilmektedir.

- 30 Buluşun bir başka uygulamasında, motor hızı birinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek, söz konusu ikinci önceden belirlenmiş hızdan düşük olduğunda, PWM frekans düzeyi ayarı bir bitlik bir frekans bayrağına uygun olarak

belirlenmektedir.

Buluşun bir başka uygulamasında, söz konusu bir bitlik frekans bayrağı, motor hızı söz konusu birinci önceden belirlenmiş hızdan düşük olduğunda 1'e, motor hızı söz konusu ikinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek olduğunda ise 1'e ayarlanmaktadır.

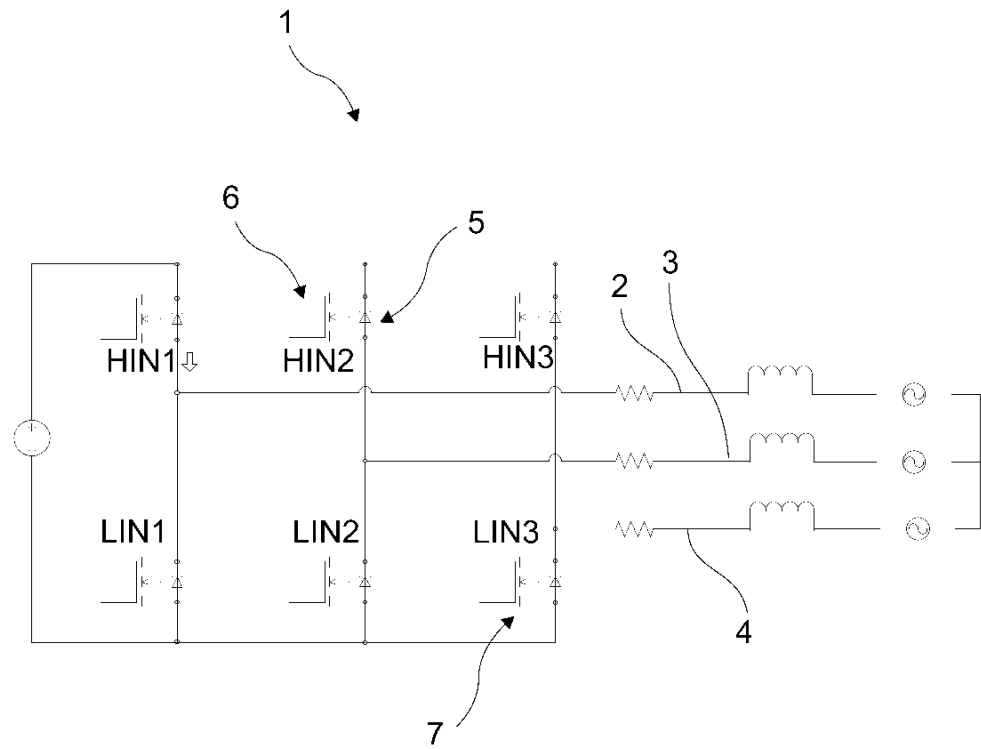
Buluşun bir başka uygulamasında, söz konusu elektrikli ev cihazı bir çamaşır makinesi, bir bulaşık makinesi, bir kurutma makinesi veya bir kurutmalı çamaşır makinesidir.

10 Buluşun bir başka uygulamasında, söz konusu elektrikli ev cihazı bir çamaşır yıkama ve/veya kurutma makinesidir ve söz konusu elektrik motoru, söz konusu çamaşır yıkama ve/veya kurutma makinesinin tamburunu döndürmektedir.

15 Buluşun bir başka uygulamasında, söz konusu yöntem, söz konusu elektrikli ev cihazının bir fırçasız doğru akım veya fırçasız alternatif akım motorunu süren bir güç modülünün (1) PWM frekansının, motor hızı bir birinci önceden belirlenmiş hızdan düşük olduğunda bir birinci anahtarlama frekansı uygulanacak ve motor hızı birinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek olan bir ikinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek olduğunda birinci anahtarlama frekansından yüksek olan bir ikinci anahtarlama frekansı uygulanacak ve motor hızı birinci önceden belirlenmiş hızdan yüksek, ikinci önceden belirlenmiş hızdan düşük olduğunda PWM 20 frekansının birinci veya ikinci anahtarlama frekansına getirilecek şekilde dinamik olarak değiştirilmesi adımlarını içermektedir.

25 Bu şekilde, bu buluş sayesinde, fırçasız doğru akım veya fırçasız alternatif akım motoru sensörsüz kontrol işleminin gerçekleştirilmesini ve güç anahtarlarının (6, 7) anahtarlama kayıplarının azaltılmasını sağlayan bir kontrol şeması gerçekleştirilmektedir.

Şekil 1



Şekil 2

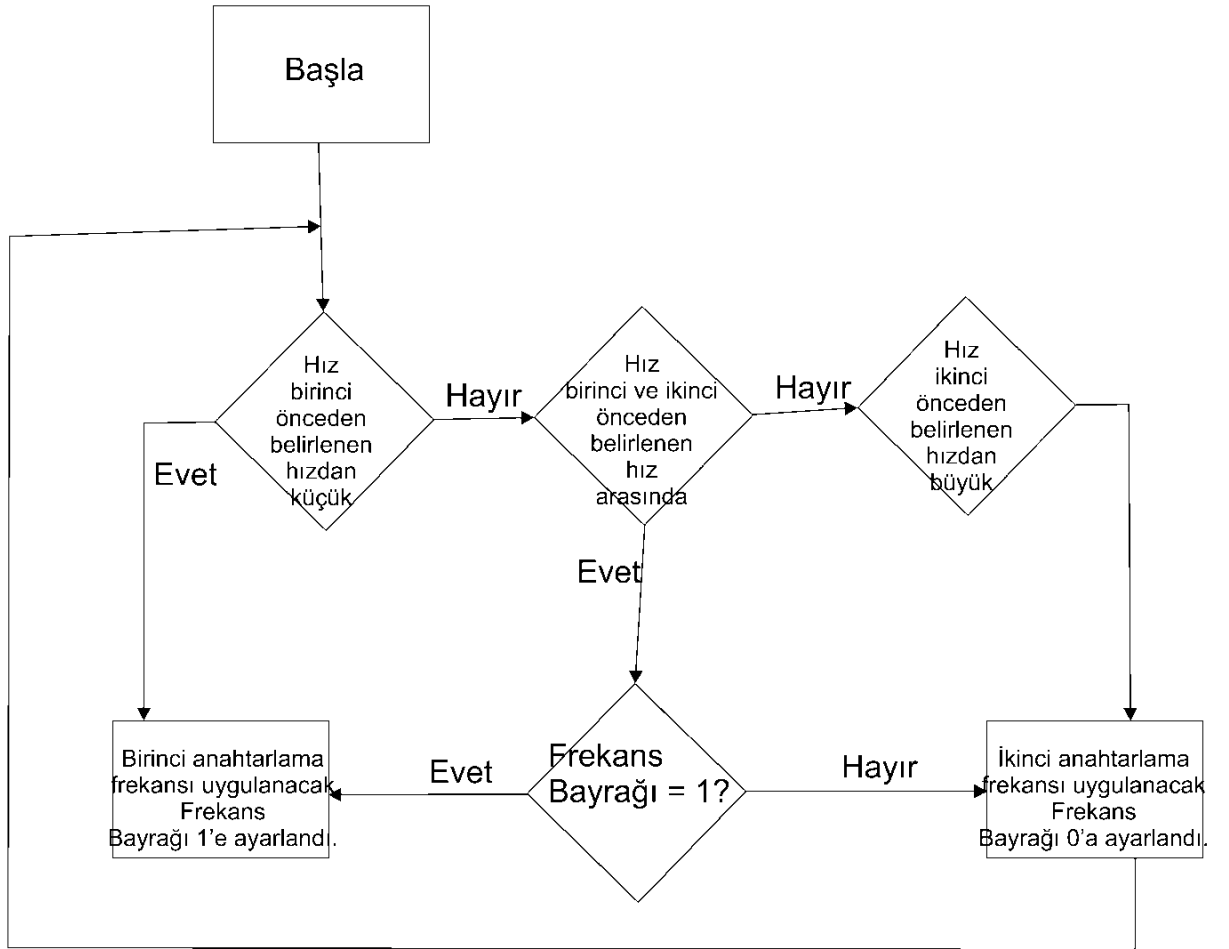


Fig. 1

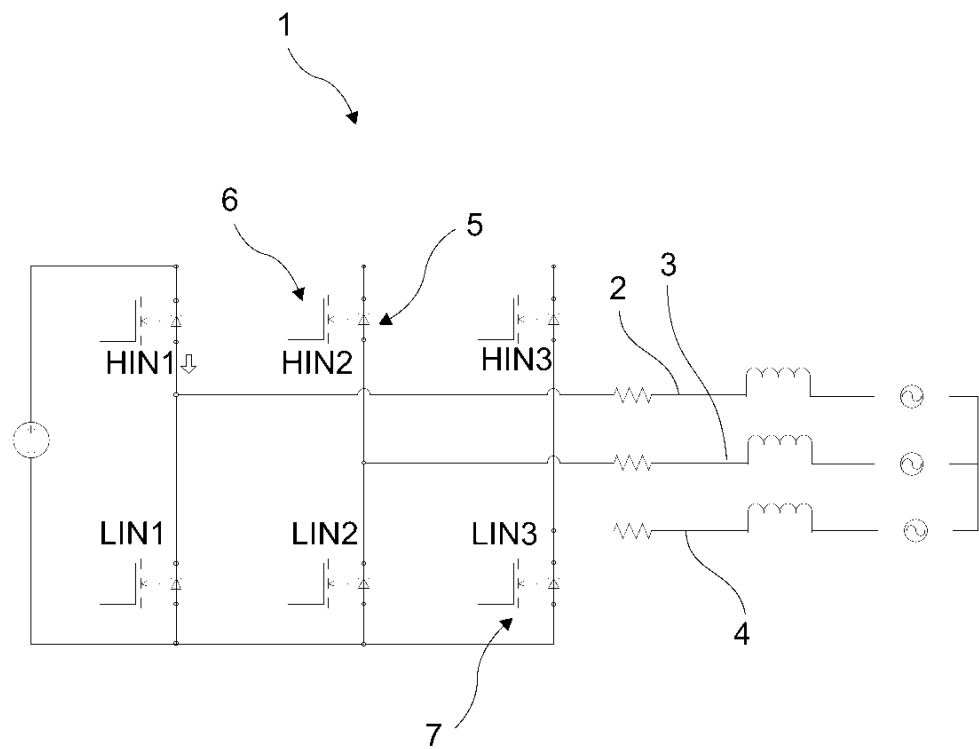


Fig. 2

