

ÖZET

ÇİFT TEK KUTUPLU VE İKİ KUTUPLU ÇİFT VEYA ÜÇLÜ FIRÇASIZ DC MOTOR EVİRİCİ TOPOLOJİSİ

Bu buluş, birden çok fırçasız DC motoru eşzamanlı olarak sürebilen bir kontrol devresi ile ilgilidir. Bu buluş özellikle, bir elektrikli ev cihazının bir birinci fırçasız DC motoru ve bir ikinci fırçasız DC motorunun sürülmesini sağlayan ve her biri ilgili bir birinci motor faz sargısını (3) belli bir zaman sırasıyla besleyen birinci motor anahtarlama elemanları (9) vasıtasıyla birinci fırçasız DC motora giden elektrik akışını kontrol eden bir birinci motor sürücü bloku (1) ve her biri ilgili bir ikinci motor faz sargısını (4) belli bir zaman sırasıyla besleyen ikinci motor anahtarlama elemanları (10) vasıtasıyla ikinci fırçasız DC motora giden elektrik akışını kontrol eden bir ikinci motor sürücü bloku (2) ve aralarına bir DC hattı kondansatörünün (11) yerleştirildiği pozitif ve negatif besleme hatları içeren bir çevirici devresi ile ilgilidir.

İSTEMLER

- 1) Bir elektrikli ev cihazının bir birinci fırçasız DC motoru ve bir ikinci fırçasız DC motorunun sürülmesini sağlayan ve her biri ilgili bir birinci motor faz sargısını (3) belli bir zaman sırasıyla besleyen birinci motor anahtarlama elemanları (9) vasıtasıyla birinci fırçasız DC motora giden elektrik akışını kontrol eden bir birinci motor sürücü bloku (1) ve her biri ilgili bir ikinci motor faz sargısını (4) belli bir zaman sırasıyla besleyen ikinci motor anahtarlama elemanları (10) vasıtasıyla ikinci fırçasız DC motora giden elektrik akışını kontrol eden bir ikinci motor sürücü bloku (2) ve aralarına bir DC hattı kondansatörünün (11) yerleştirildiği pozitif ve negatif besleme hatları **içeren**,
- her biri ilgili bir üçüncü motor faz sargısını (13) belli bir zaman sırasıyla besleyen üçüncü motor anahtarlama elemanları (14) vasıtasıyla bir üçüncü fırçasız DC motora giden elektrik akışını kontrol eden bir üçüncü motor sürücü bloku (12) ve
- birinci motor faz sargıları (3), ikinci motor faz sargıları (13) veya hem birinci motor hem de ikinci faz sargılarının (3, 13) her birinin, ikinci motor faz sargılarından (4) bağımsız olarak isteğe göre beslenmesi sağlanacak şekilde, üçüncü motor sürücü blokuna (12) paralel yerleştirilen birinci motor sürücü bloku (1)
- ile karakterize edilen** bir çevirici devresi.
- 2) Biri, ikinci motordan bağımsız olarak isteğe göre sürülen birinci ve üçüncü motor **ile karakterize edilen**, İstem 1'deki gibi bir çevirici devresi.
- 3) İkinci motordan bağımsız olarak aynı anda sürülen birinci ve üçüncü motor **ile karakterize edilen**, İstem 1'deki gibi bir çevirici devresi.
- 4) İki fazlı motor olan birinci fırçasız DC elektrik motoru ve üçüncü fırçasız DC elektrik motoru ve bir üç fazlı motor olan ikinci fırçasız DC elektrik motoru **ile karakterize edilen**, İstem 2 veya 3'teki gibi bir çevirici devresi.
- 5) Doğrultucu diyotlarla (5) doğrultulan bir AC kaynak gerilimi ve doğrultucu diyotların (5) devre bloku çıkışına bağlanan birinci ve üçüncü motor faz sargıları (3, 13) **ile karakterize edilen**, İstem 4'teki gibi bir çevirici devresi.

7.2411 (ARC2016P00019)

- 6) İstem 1'deki çevirici devresini içeren bir elektrikli ev cihazı.
- 7) Bir yıkama, kurutma veya yıkama/kurutma makinesi formundaki bir çamaşır makinesi olması **ile karakterize edilen**, İstem 6'daki gibi bir elektrikli ev cihazı.

5

TARİFNAME

ÇİFT TEK KUTUPLU VE İKİ KUTUPLU ÇİFT VEYA ÜÇLÜ FIRÇASIZ DC MOTOR EVİRİCİ TOPOLOJİSİ

5 Bu buluş, birden çok fırçasız DC motoru eşzamanlı olarak sürebilen bir kontrol devresi ile ilgilidir.

Çamaşır makinesi gibi ev cihazlarında, tamburun dönmesi, çevrim suyunun sirkülasyonu ve su tahliyesi işlemlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla birden fazla elektrik motoru kullanılması teknikte bilinmektedir. Kompakt boyutları, yüksek verimlilikleri ve sessiz çalışmaları göz önüne alındığında, sınırlı torkları 10 nedeniyle, bu uygulamalarda, genellikle 100-120 W aralığındaki düşük güçlü fırçasız DC (BLDC) motorlar tercih edilmektedir.

Fırçasız doğru akım elektrik motorları, genellikle daimi mıknatıslar kullanılan bir rotor ve motorun işleyişinin sağlanması amacıyla farklı fazlardaki akımının zamanlaması ve yönü kontrol edilen sargılara sahip bir stator içeren senkron 15 motorlardır. Fırçasız DC motorlarda, fırçasız DC motorun kontrolü amacıyla, mekanik anahtarlama kısımları, yani motorun fırçalarının yerine, akımı bir fazdan diğerine geçirerek motorun yönünü elektronik olarak değiştiren bir elektronik kontrol devresi kullanılmaktadır.

Fırçasız DC motorları, çift kutuplu veya tek kutuplu sürücü devreleri gibi bir 20 anahtarlama güç kaynağı üzerinden bir DC güç kaynağı ile beslenmektedir. Bir tek kutuplu sürücü devresinde, iletim ters elektromanyetik kuvvetin pozitif kısmı sırasında gerçekleşmekte ve bunun sonucunda daha basit bir anahtarlama devresi kullanılmakta, bir çift kutuplu sürücü devresinde ise, iletim pozitif ve negatif yarı çevrimler sırasında gerçekleştiğinden, daha fazla sayıda anahtarlama elemanı 25 kullanılması gerekmektedir.

Stator sargılarının her bir fazında çift kutuplu akım elde etmeye uygun teknikte bilinen bir sürücü devresi topolojisi daha maliyetli, ancak daha verimli bir elektronik kontrol sağlamaktadır. Bir üç fazlı fırçasız DC motorunu süren bir çift kutuplu sürücü devresi genellikle, entegre diyotlara sahip, üçü yüksek gerilim 30 anahtarlama kapısı sürücüleri gerektiren altı anahtarlama elemanı içermektedir.

7.2411 (ARC2016P00019)

Diğer yandan, bir tek kutuplu sürücü devresinde faz akımları ters çevrilmediğinden, fırçasız DC motorun işleyişi için daha az sayıda anahtarlama elemanı gerekmektedir.

5 Şekil 1’de, bir üç fazlı (P1, P2 ve P3) fırçasız DC motoru süren, üç anahtarlama elemanı (S2, S4 ve S6) içeren bir tek kutuplu sürücü devresi gösterilmektedir. Her bir anahtarlama elemanı, bir ilgili faz sargısına (P1, P2 ve P3) seri bağlıdır ve D2, D4 ve D6 diyotlarının bulunduğu serbest geçiş hatlarında, ilgili fazlarda depolanan manyetik enerjinin dağıtılmasını sağlayan bir ilgili Zener diyot kullanılmaktadır.

10 Tekniğin bilinen durumunda yer alan US5471353 sayılı patent dokümanında, sınırlı güç uygulamalarında kullanılmaya uygun bir disk sürücü sistemi açıklanmaktadır. Disk sürücü, iki veya daha fazla sargıya sahip bir iş mili motoru ve ayrıca, iş mili motorunu tek kutuplu, çift kutuplu veya üç kutuplu modlardan herhangi birinde sürebilen bir iş mili motoru sürücü içermektedir. Çift kutuplu
15 veya üç kutuplu modlar, disk sürücüyü başlatmak için kullanılmakta ve ardından, veri alınırken disk sürücünün çalıştırılması amacıyla tek kutuplu mod kullanılmaktadır. Üç sürme modunun birlikte kullanılmasıyla, başlangıç akımı büyük oranda azaltılmakta ve yüksek dönüş hızları elde edilmektedir. Elektrik tüketimi, çift kutuplu modlardan tek kutuplu modlara geçilerek en aza
20 indirilmektedir.

Bu buluş ise, bir yüksek güçlü fırçasız DC motor ve bir veya iki düşük güçlü fırçasız DC motor içeren birden çok fırçasız DC motoru aynı anda süren bir çift modlu tek kutuplu ve çift kutuplu devre topolojisinde birden fazla yarı iletken elemanın kullanıldığı durumlarla ilgilidir. Düşük güçlü fırçasız DC motorlar aynı
25 anda sürülürken, yüksek güçlü fırçasız DC motor aynı zamanda yüksek verimlilikle sürülmektedir.

Yüksek hacimli üretimde maliyetin en aza indirilmesi kritik önem taşıdığından, bu buluş, bir elektrikli ev cihazında kullanılan tüm fırçasız DC motorların aynı anda sürülmesi için gereken yarı iletken anahtarlama elemanı sayısını en aza indiren
30 etkin bir devre çözümü gerçekleştirmektedir. Bu nedenle, bu buluş, iki veya üç fırçasız DC motorun eşzamanlı olarak sürülmesi için kullanılan daha maliyet etkin

7.2411 (ARC2016P00019)

bir devre topolojisine olan gereksinimi karşılamaktadır.

Bu buluş ile, İstem 1’de karakterize edilen özelliklerle tanımlanan bir evirici devresi gerçekleştirilmektedir.

5 Bu buluşun amacı, bir ev cihazında kullanılan iki veya üç fırçasız DC motoru eşzamanlı olarak sürebilen ve tek kutuplu ve çift kutuplu modların desteklendiği ve bir yüksek güçlü fırçasız DC motorun yüksek verimlilikle sürüldüğü bir evirici devresinin gerçekleştirilmesidir.

10 Buluş konusu çevirisi devresi, tercihe göre, bir elektrikli ev cihazının bir birinci fırçasız DC elektrik motoru ve bir üçüncü DC elektrik motorunun eşzamanlı olarak sürülmesini ve bir ikinci fırçasız DC elektrik motorunun birinci ve üçüncü fırçasız DC elektrik motorlarından bağımsız olarak aynı çeviri devre ile sürülmesini sağlamaktadır.

15 Bu şekilde, bu buluş ile, bir çamaşır makinesinde bir iki fazlı tahliye pompası ve sirkülasyon pompası motorları olarak paralel bağlı olan bir birinci veya üçüncü fırçasız DC motor ve bir üç fazlı tambur döndürme motoru olan bir ikinci fırçasız DC motorun, yarısı yüksek gerilim anahtarlama kapısı sürücülerini gerektiren on anahtarlama elemanına sahip iki çift kutuplu evirici kullanılmaksızın eşzamanlı olarak sürülmesi sağlanmaktadır. Tahliye pompası ve sirkülasyon pompası motorlarından yalnızca biri, belirli bir aralıktaki sürüldüğünde, enerjilendirilmeyen 20 motor sargıları bir aktif PFC olarak kullanılabilir.

Ekteki şekiller yalnızca, önceki tekniğe göre avantajları yukarıda ana hatlarıyla anlatılan ve aşağıda ayrıntılı olarak açıklanacak olan, bir çift fırçasız DC motoru eşzamanlı olarak sürebilen bir kontrol devresini örneklendirme amacıyla verilmiştir.

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

30 Şekil 1, bir üç fazlı tek kutuplu fırçasız DC motorunda yer alan bir eviricinin şemasını göstermektedir.

7.2411 (ARC2016P00019)

Şekil 2, buluşun bir uygulamasında, iki fırçasız DC motoru eşzamanlı olarak süren bir devre topolojisinin şemasını göstermektedir.

Şekil 3, buluşun alternatif bir uygulamasında, üç fırçasız DC motoru eşzamanlı olarak süren bir devre topolojisinin şemasını göstermektedir.

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

- 1) Birinci motor sürücü bloku
- 2) İkinci motor sürücü bloku
- 3) Birinci motor faz sargısı
- 10 4) İkinci motor faz sargısı
- 5) Doğrultucu diyot
- 6) Birinci motor serbest geçiş diyodu
- 7) İkinci motor serbest geçiş diyodu
- 8) Ortak serbest geçiş diyodu
- 15 9) Birinci motor anahtarlama elemanı
- 10) İkinci motor anahtarlama elemanı
- 11) DC hattı kondansatörü
- 12) Üçüncü motor sürücü bloku
- 13) Üçüncü motor faz sargısı
- 20 14) Üçüncü motor anahtarlama elemanı
- 15) Üçüncü motor serbest geçiş diyodu

Buluş konusu devre topolojisi, yıkama suyunun tahliyesini gerçekleştiren bir birinci elektrik motoru (TP), tamburun döndürülmesini sağlayan bir ikinci elektrik motoru (TM) ve çevrim suyunun dolaştırılmasını sağlayan bir üçüncü elektrik motoru (JP) içeren bir çamaşır makinesi gibi bir elektrikli ev cihazında, bir çift
25 fırçasız DC motor veya buluşun bir alternatif uygulamasında üç fırçasız DC motorun eşzamanlı olarak sürülmesini sağlamaktadır

Bir fırçasız DC motorda, stator sargıları (indüksiyon elemanları), rotor konumuna bağlı olarak açık ve kapalı konuma getirilmektedir. Stator ve rotorun manyetik alanları, yani, stator sargılarının farklı fazlarından geçen akımın yönünün, rotorun manyetik alanına göre belli bir zamanlamayla değiştirilmesinin oluşturduğu dönen
5 manyetik alan senkronize edilmektedir.

Bu buluşta, aşağıda açıklanan şekilde, bir birinci motor sürücü bloku (1) tahliye pompası motoru (TP) sargılarına giden elektrik akışını kontrol etmekte ve bir ikinci motor sürücü bloku (2) tambur motorunu (TM) sürmektedir. Bir fırçasız DC motordaki stator faz sargılarından çift kutuplu akım geçmesini sağlayan bir çift
10 kutuplu eviricinin aksine, bir tek kutuplu evirici topolojisi, sargıları tek bir akım yönüyle sınırlayarak beslemekte ve bir ilgili sargıda depolanan enerjinin, ters paralel diyotlar üzerinden aynı sargıda dağıtıldığı ekonomik, ancak verimli olmayan bir enerji dönüşümü sağlanmaktadır. Buna rağmen, motorun eviricisi motorun kendisinden daha pahalı olduğundan maliyet avantajı kritik önem
15 taşımaktadır.

Bu buluşta, tambur motoru (TM) tercihen, genellikle IGBT, FET veya MOFSET olan ikinci motor anahtarlama elemanlarına (10) (S1, S2, S3, S4, S5 ve S6) sahip olan bir üç fazlı motordur. Her bir anahtarlama elemanı (10), ilgili bir ikinci motor faz sargısını (4) (TM P1, TM P2 ve TM P3) beslemektedir. Öte yandan, tahliye
20 motoru (TP), her biri sırayla ilgili bir birinci motor faz sargısını (3) (TP P1 ve TP P2) besleyen iki birinci motor fazı anahtarlama elemanına (9) (S7 ve S8) sahip bir iki fazlı motordur.

Bu buluşta, bir alternatif akım kaynağı dört doğrultucu diyot (5) (D1, D2, D3 ve D4) ile doğrultulmakta, birinci motor serbest geçiş diyotları (6) (D6 ve D7) birinci
25 motor faz sargılarına (3) (TP P1 ve TP P2) seri bağlanmaktadır. AC kaynak gerilimi, doğrultucu diyotlarla (5) (D1, D2, D3 ve D4) doğrultulmakta, birinci motor anahtarlama elemanları (9) (S7 ve S8) ilgili birinci motor faz sargılarını (3) belli bir zaman sırasıyla beslemektedir. Ardından, ilgili bir birinci motor faz sargısına (3) giden besleme, kendisine seri bağlı olan ilgili bir birinci motor serbest geçiş diyodu (6) ile kesilmektedir. Şekil 2'de, ortak bağlantı noktaları
30 oluşturan pozitif ve negatif besleme kanallarına sahip bir devre topolojisi

gösterilmektedir.

Bu buluşta, akım, rotor konumuna uygun olarak ikinci motor faz sargılarından (4) geçerken, ikinci motor anahtarlama elemanları (10) (S1, S2, S3, S4, S5 ve S6) belirli bir zaman sırasıyla açık konuma getirilmekte ve ilgili ikinci motor faz sargısı (4) beslenmektedir. Bir ilgili ikinci motor anahtarlama elemanı (10) (S1, S2, S3, S4, S5 ve S6) açıldığında, ilgili serbest geçiş diyotları (7), bir DC hattı kondansatörünün (11) şarj edilmesini sağlayacak şekilde akımın geçişine izin vermektedir. Böylece, serbest geçiş akımı, faz sargılarında saklanan manyetik alan enerjisi birinci ve ikinci motorların çalışması sırasında DC hattı kondansatörüne (11) aktarılacak şekilde kullanılmaktadır.

DC hattı kondansatörü (11), voltaj dalgalanmasının giderilmesi amacıyla pozitif ve negatif besleme hatlarının arasına yerleştirilmektedir. Yükseltilmiş DC hattı gerilimi avantajlı bir şekilde, ikinci motorun (TM) maksimum hızının artırılmasında etkin olmaktadır.

Şekil 3'te, üçüncü motor fazı sargılarına (JP P1, JP P2) sahip bir ek iki fazlı sirkülasyon pompasının (JP) aynı anda sürüldüğü buluşun bir ikinci alternatif uygulaması gösterilmektedir. Birinci motor sürücü blokuna (1) benzer olarak, iki üçüncü motor anahtarlama elemanının (14) (S9 ve S10) her biri, sırasıyla bir ilgili üçüncü motor faz sargısını (13) (JP P1 ve JP P2) beslemektedir. Ek olarak, isteğe bağlı olarak bir ortak serbest geçiş diyodu (8) Şekil 2 ve 3'te gösterilen devrelerde kullanılmaktadır.

Arzu edilen Tork-Hız karakteristiklerinin elde edilmesi amacıyla teknikte bilinen bir PWM (pulse width modulation - darbe genişliği modülasyonu) şeması uygulanabilmektedir. Uygulanan voltajın genliği, PWM atımlarının döngüsü arzu edilen hızın korunmasını sağlayacak voltaj genliğine uygun olarak kontrol edilerek ayarlanmaktadır. Bu şekilde, Şekil 2 veya 3'te gösterilen buluş konusu devre çözümü, üç motor ve hızlarının bağımsız olarak kontrol edilmesine olanak sağlamaktadır.

Bu buluş sayesinde, Şekil 2 veya 3'te gösterilen buluş konusu devre çözümünün DC hattı gerilimini yükseltmesi ve bu şekilde ikinci motorun (TM) maksimum hızının artırılması ve güç faktörü düzeltilmesi etkisi oluşturmasıyla şebekeden

7.2411 (ARC2016P00019)

çekilen harmoniklerin asgari seviyeye indirilmesini sağlamasıyla, yüksek güçlü tambur motorun (TM) daha verimli bir şekilde yüksek hızla çalışması sağlanmaktadır. Bu şekilde, aktif PFC devresi daha basit bir harmonik filtre tasarlanmasında etkin olmaktadır. Şekil 2 veya 3'te gösterilen devreler ek olarak,

- 5 DC hattı kondansatörüne (11) beslenen şarj akımının sınırlandırılması için NTC/PTC gibi ek elemanlar (ani akım sınırlayıcı) için duyulan ihtiyacın ortadan kaldırılmasında etkin olmaktadır. İki fazlı motorlardan (birinci elektrik motoru (TP) ve üçüncü elektrik motoru (JP)) yalnızca biri, belirli bir aralıkta sürüldüğünde, enerjilendirilmeyen motor sargıları bir aktif PFC olarak
- 10 kullanılabilir.

Bu buluşta, iki fazlı motorlardan yalnızca birinin sürüldüğü durumda, Şekil 3'te gösterilen devre çözümü, EMC/EMI gereksinimleriyle uyumlu bir şekilde bir pasif filtre olarak görev yapmaktadır.

- Özetle, bu buluş ile, bir elektrikli ev cihazının bir birinci fırçasız DC motoru ve
- 15 bir ikinci fırçasız DC motorunun sürülmesini sağlayan ve her biri ilgili bir birinci motor faz sargısını (3) belli bir zaman sırasıyla besleyen birinci motor anahtarlama elemanları (9) vasıtasıyla birinci fırçasız DC motora giden elektrik akışını kontrol eden bir birinci motor sürücü bloku (1) ve her biri ilgili bir ikinci motor faz sargısını (4) belli bir zaman sırasıyla besleyen ikinci motor anahtarlama
- 20 elemanları (10) vasıtasıyla ikinci fırçasız DC motora giden elektrik akışını kontrol eden bir ikinci motor sürücü bloku (2) ve aralarına bir DC hattı kondansatörünün (11) yerleştirildiği pozitif ve negatif besleme hatları içeren bir çevirici devresi gerçekleştirilmektedir.

- Buluşun bir uygulamasında, çevirici devresi ayrıca, her biri ilgili bir üçüncü motor
- 25 faz sargısını (13) belli bir zaman sırasıyla besleyen üçüncü motor anahtarlama elemanları (14) vasıtasıyla bir üçüncü fırçasız DC motora giden elektrik akışını kontrol eden bir üçüncü motor sürücü bloku (12) içermektedir.

- Buluşun bir başka uygulamasında, birinci motor faz sargıları (3), ikinci motor faz sargıları (13) veya hem birinci motor hem de ikinci faz sargılarının (3, 13) her
- 30 birinin, ikinci motor faz sargılarından (4) bağımsız olarak isteğe göre beslenmesi sağlanacak şekilde, üçüncü motor sürücü bloku (12) birinci motor sürücü blokuna

(1) paralel yerleştirilmektedir.

Buluşun bir başka uygulamasında, birinci ve üçüncü motordan biri, ikinci motordan bağımsız olarak isteğe göre sürülmektedir.

5 Buluşun bir başka uygulamasında, birinci ve üçüncü motor, ikinci motordan bağımsız olarak aynı anda sürülmektedir.

Buluşun bir başka uygulamasında, birinci fırçasız DC elektrik motoru ve üçüncü fırçasız DC elektrik motoru iki fazlı motor olarak seçilirken, ikinci fırçasız DC elektrik motoru bir üç fazlı motordur.

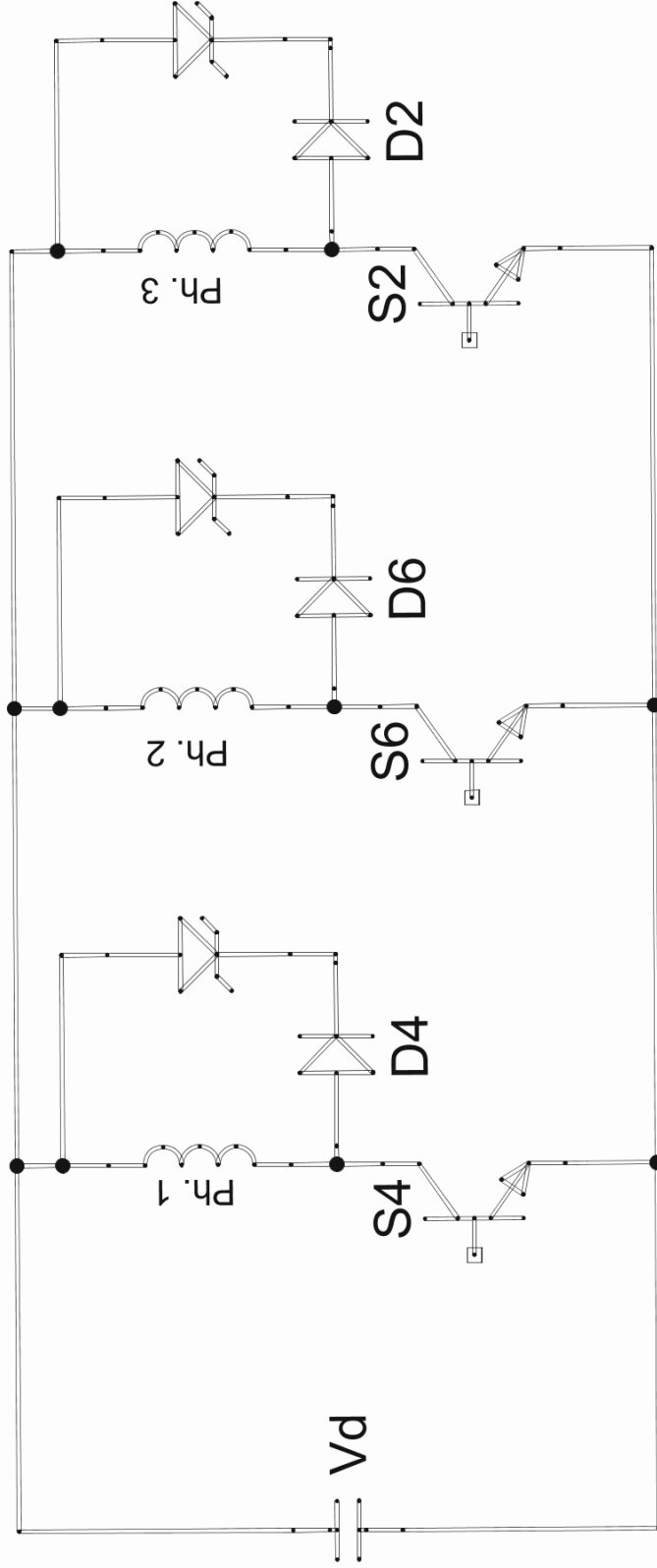
10 Buluşun bir başka uygulamasında, bir AC kaynak gerilimi, doğrultucu diyotlarla (5) doğrultulurken, birinci ve üçüncü motor faz sargıları (3, 13), doğrultucu diyotların (5) devre bloku çıkışına bağlanmaktadır.

Buluşun bir uygulamasında, bir çevirici devresi içeren bir elektrikli ev cihazı gerçekleştirilmektedir.

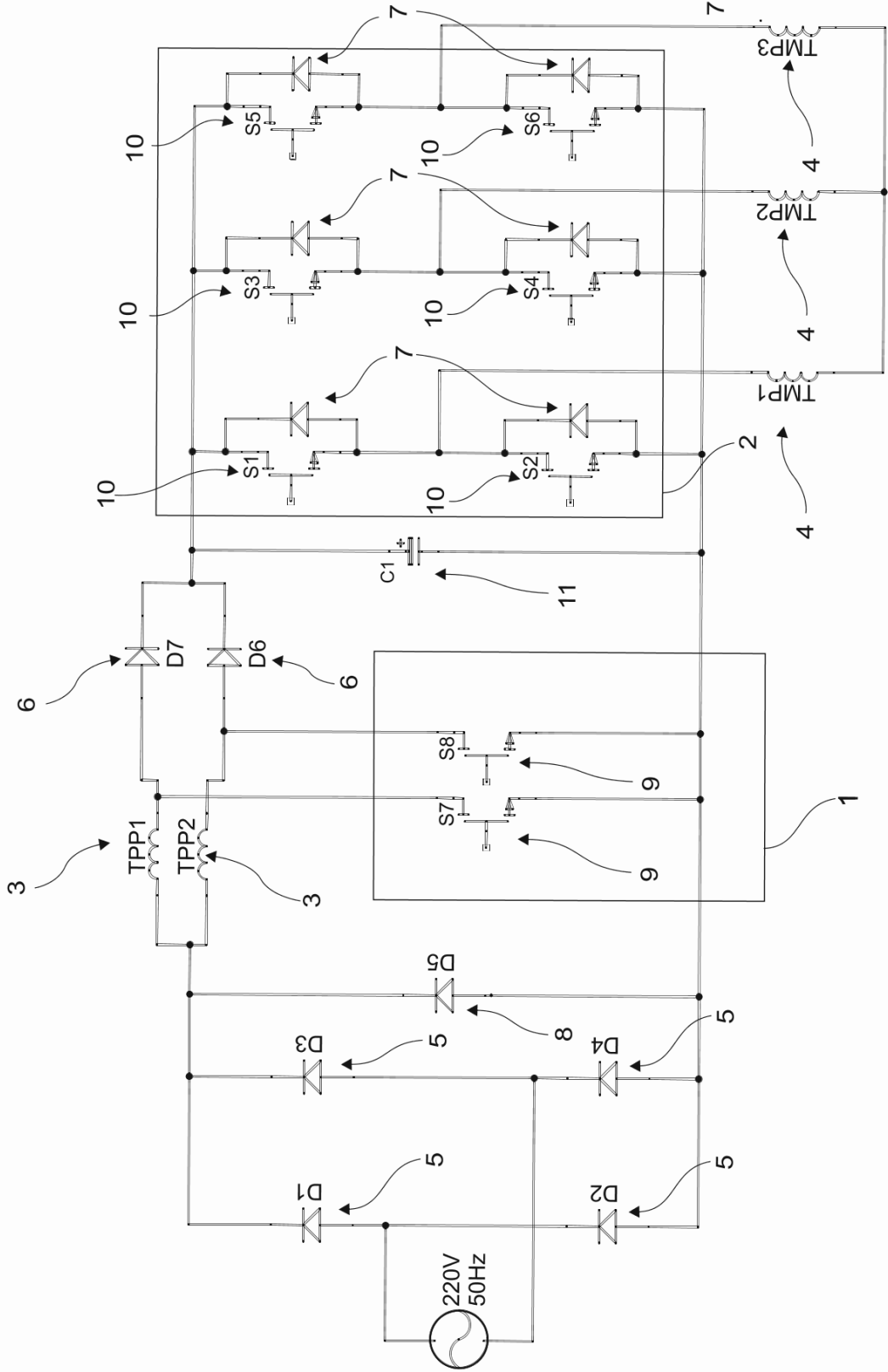
15 Buluşun bir başka uygulamasında, ev cihazı, bir yıkama, kurutma veya yıkama ve kurutma makinesi olan bir çamaşır makinesidir.

20 Bu şekilde, bu buluş ile, bir iki fazlı tahliye pompası ve sirkülasyon pompası motorları olan bir birinci veya üçüncü fırçasız DC motor ve bir üç fazlı tambur döndürme motoru olan bir ikinci fırçasız DC motorun, yarısı yüksek gerilim anahtarlama kapısı sürücülerini gerektiren on anahtarlama elemanına sahip iki çift kutuplu evirici kullanılmaksızın eşzamanlı olarak sürülmesi sağlanmaktadır. Böylece, buluş konusu devre topolojisi, üçü yüksek gerilim anahtarlama kapısı sürücüsü gerektiren sekiz anahtarlama elemanı içeren daha maliyet etkin bir devre çözümü gerçekleştirmektedir.

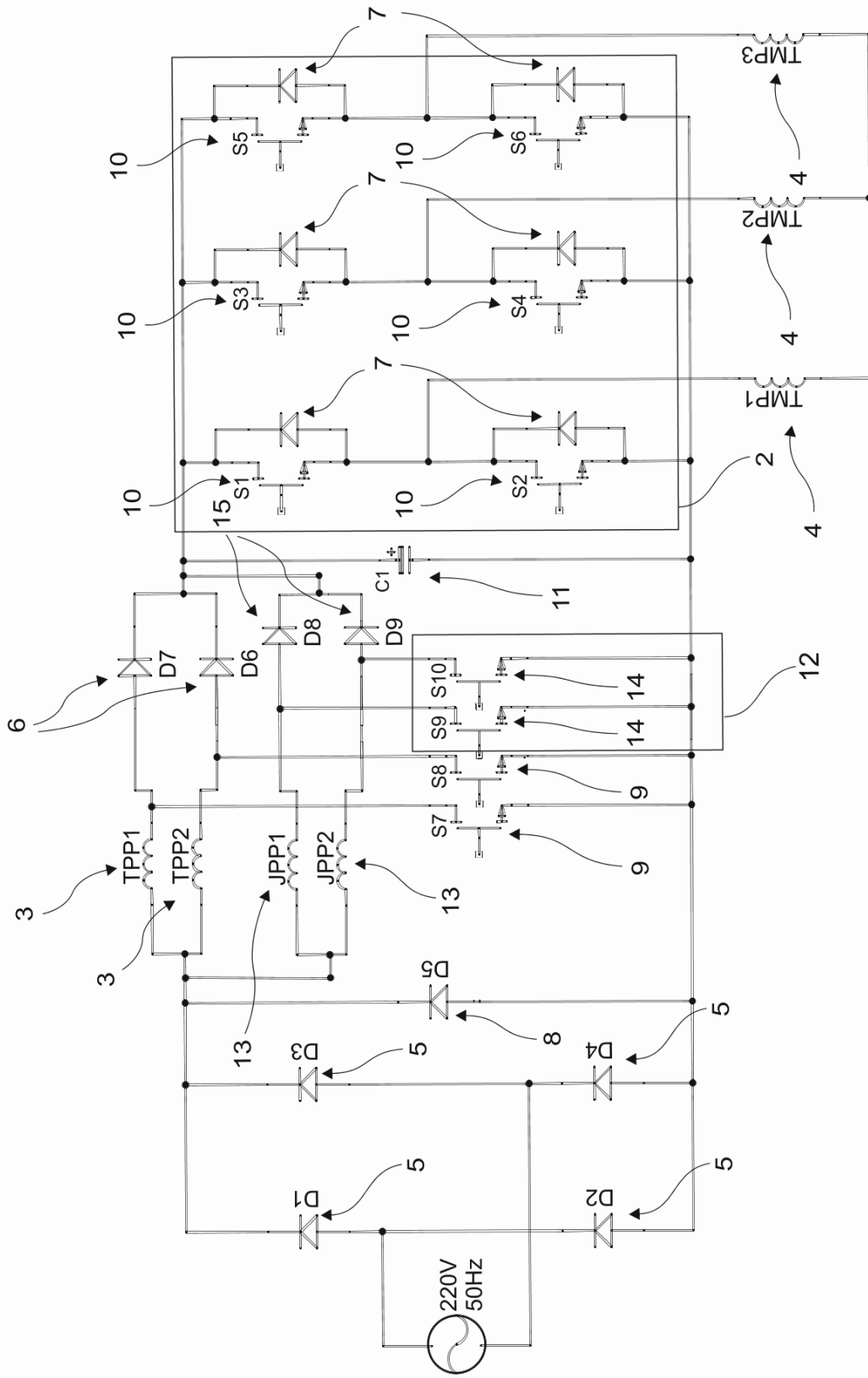
25 Alternatif olarak, bu buluş sayesinde, iki fazlı tahliye pompası ve sirkülasyon pompası motoru ile üç fazlı tambur döndürme motor aynı anda sürülmektedir. Ekonomik ve çoklu sürme, pasif filtre ve aktif PFC gibi diğer teknik avantajların yanında, daha küçük veya tek taraflı PCB (printed circuit board - baskılı devre kartı) kullanılması ve daha kompakt bir soğutucu kullanılabilmesini de içeren faydalar sağlanmaktadır.



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3