ÖZET

BİR LVDC ELEKTRİK HATTINDA TOPRAKLAMA ARIZALARININ TESPİT EDİLMESİNE YÖNELİK BİR YÖNTEM VE BUNUN İÇİN ELEKTRONİK CİHAZ

Buluş, aşağıdaki adımları içermesi ile karakterize edilen bir LVDC elektrik hattındaki (500) arızaların tespit edilmesine yönelik bir yöntem (100) ile ilgilidir: - söz konusu elektrik hattının birden çok iletkeni arasında dengesiz bir akımın (I G) düşük frekanslı bileşenlerinin bir birinci tespit sinyali (V LOW) göstergesinin elde edilmesi (101), söz konusu birinci tespit sinyali söz konusu dengesiz akımın karşılık gelen bir ölçüm sinyali (V M1) göstergesinin düşük geçişli filtreleme aracılığıyla elde edilmektedir; - söz konusu elektrik hattının birden çok iletkeni arasında dengesiz bir akımın (I G) yüksek frekanslı bileşenlerinin bir ikinci tespit sinyali (V HIGH) göstergesinin elde edilmesi (102), söz konusu ikinci tespit sinyali söz konusu dengesiz akımın karşılık gelen bir ölçüm sinyali (V M2) göstergesinin yüksek geçişli filtreleme aracılığıyla elde edilmektedir; - söz konusu birinci ve ikinci tespit sinyalleri (V LOW, V HIGH) arasındaki oranı hesaplayarak üçüncü bir tespit sinyalinin (RT) elde edilmesi (103); - bir DC akımının (IF) bir birinci eşik değer (TH1) ile söz konusu üçüncü tespit sinyalini (RT) karşılaştırarak mevcut olup olmadığının kontrol edilmesi (104). Başka bir yönde, buluş, söz konusu yöntemi gerçekleştirmek için işleme araçları içeren bir elektronik cihaz (1) ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Bir LVDC elektrik hattındaki (500) arızaların tespit edilmesine yönelik bir yöntem (100) olup, aşağıdaki adımları içermesi **ile karakterize edilmektedir**:

- söz konusu elektrik hattının birden çok iletkeni arasında dengesiz bir akımın (I_G) düşük frekanslı bileşenlerinin bir birinci tespit sinyali (V_{LOW}) göstergesinin elde edilmesi (101); söz konusu birinci tespit sinyali, söz konusu dengesiz akımın karşılık gelen bir ölçüm sinyali (V_{M1}) göstergesinin düşük geçişli filtrelemesi aracılığıyla elde edilmektedir;
- söz konusu dengesiz akımın (I_G) yüksek frekanslı bileşenlerinin bir ikinci tespit sinyali (V_{HIGH}) göstergesinin elde edilmesi (102); söz konusu ikinci tespit sinyali, söz konusu dengesiz akımın karşılık gelen bir ölçüm sinyali (V_{M2}) göstergesinin yüksek geçişli filtrelemesi aracılığıyla elde edilmektedir;
- söz konusu birinci ve ikinci tespit sinyalleri (V_{LOW}, V_{HIGH}) arasındaki oranı hesaplayarak üçüncü bir tespit sinyalinin (RT) elde edilmesi (103);
- bir birinci eşik değer (TH1) ile söz konusu üçüncü tespit sinyalini (RT) karşılaştırarak toprağa doğru bir DC akımının (I_F) mevcut olup olmadığının kontrol edilmesi (104).

2. İstem 1'e göre yöntem olup, aşağıdaki adımları içermesi **ile karakterize edilmektedir**:

- söz konusu üçüncü tespit sinyalinin (RT) söz konusu birinci eşik değeri (TH1) aşmadığı durumda, söz konusu ikinci tespit sinyalinin (V_{HIGH}) bir ikinci eşik değer (TH2) ile karşılaştırılması;
- söz konusu ikinci tespit sinyalinin (V_{HIGH}) söz konusu ikinci eşik değeri (TH2) aştığı durumda, toprağa doğru yüksek frekanslı kaçak akımların varlığının göstergesi olan bir alarm sinyalinin (WARN) üretilmesi.

3. Önceki istemlerden bir veya daha fazlasına göre bir yöntem olup, aşağıdaki adımları içermesi **ile karakterize edilmektedir**:

- söz konusu üçüncü tespit sinyalinin (RT) söz konusu birinci eşik değeri (TH1) aştığı durumda, söz konusu birinci ve ikinci tespit sinyallerinin (V_{LOW}, V_{HIGH}) toplamının hesaplanmasıyla toprağa doğru akan tüm akımların dördüncü bir tespit sinyali (V_{SUM}) göstergesinin elde edilmesi;
- söz konusu dördüncü tespit sinyalinin (V_{SUM}) üçüncü bir eşik değer (TH3) ile

karşılaştırılması;

- söz konusu dördüncü tespit sinyalinin (V_{SUM}) söz konusu üçüncü eşik değeri (TH3) aştığı durumda, söz konusu elektrik hattının (500) kesilmesini komut vermesi için bir kesme sinyalinin (TRIP) üretilmesi.

4. Bir LVDC elektrik hattındaki (500) arızaların tespit edilmesine yönelik bir elektronik cihaz (1) olup, aşağıdakileri içermesi **ile karakterize edilmektedir**:

- söz konusu elektrik hattının birden çok iletkeni ile faal olarak birleşen algılama araçları (2); söz konusu algılama araçları, söz konusu elektrik hattının iletkenleri arasında dengesiz bir akımın (I_G) en azından bir ölçüm sinyali (V_{M1}, V_{M2}) göstergesini sağlamak için uyarlanmaktadır;
- söz konusu ölçüm sinyaline (V_{M1}, V_{M2}) sahip olmak ve söz konusu dengesiz akımın düşük frekanslı bileşenlerinin bir birinci tespit sinyalini (V_{LOW}) ve söz konusu dengesiz akımın yüksek frekanslı bileşenlerinin bir ikinci tespit sinyalini (V_{HIGH}) sağlamak için yapılandırılan filtreleme araçları (3);
- söz konusu birinci ve ikinci tespit sinyallerine (V_{LOW}, V_{HIGH}) sahip olması için yapılandırılan işleme araçları (4); söz konusu işleme araçları, önceki istemlerin biri veya birden fazlasına göre bir yöntemi (100) uygulamak için yapılandırılmaktadır.

5. Söz konusu algılama araçlarının (2), söz konusu dengesiz akımın (I_G) birinci ve ikinci ölçüm sinyallerini (V_{M1}, V_{M2}) sağlamak için uyarlanması, söz konusu filtreleme araçlarının (3) söz konusu birinci ve ikinci ölçüm sinyallerine (V_{M1}, V_{M2}) sahip olması ve söz konusu birinci ve ikinci tespit sinyallerini (V_{LOW}, V_{HIGH}) sağlaması için yapılandırılması **ile karakterize edilen** istem 4'e göre bir elektronik cihaz.

6. Söz konusu algılama araçlarının (2), söz konusu elektrik hattının iletkenleri ile kendine bağlanan bir manyetik akı yolu oluşturmak için yapılandırılan en az bir manyetik çekirdek (21) içermesi **ile karakterize edilen** istemler 4 veya 5'ten biri veya birden fazlasına göre bir elektronik cihaz.

7. Söz konusu algılama araçlarının (2) söz konusu manyetik çekirdek etrafına sarılmış en az bir uyarı sarımı (22, 22A, 22B) içeren bir uyarı devre kesiti (220) ve söz konusu uyarı sarımı boyunca dolaşan bir uyarı akımı (I_E) sağlaması için söz konusu uyarı sarımına elektriksel olarak bağlanan en az bir güç kaynağı (23) içermesi, söz konusu uyarı akımının,

f_{SW}'nin söz konusu elektrik hattını (500) besleyen bir AC/DC dönüştürme aşamasının (300) anahtarlama frekansı olduğu $O<f_E<f_{SW}$ aralığında bulunduğu bir frekansa (f_E) sahip olması **ile karakterize edilen** istem 6'ya göre bir elektronik cihaz.

8. Söz konusu algılama araçlarının (2) en az bir tespit sarımı (24A, 24B) içeren bir çıkış devre kesiti (240) ve söz konusu tespit sarımına elektriksel olarak bağlanan en az bir tespit elemanı (R_{S1}, R_{S2}) içermesi, söz konusu tespit elemanının söz konusu tespit sarımı boyunca akan en az bir tespit akımını (I_{O1}, I_{O2}) tespit etmesi ve söz konusu dengesiz akımın (I_G) en az bir ölçüm sinyali (V_{M1}, V_{M2}) göstergesi sağlaması **ile karakterize edilen** istem 7'ye göre bir elektronik cihaz.

9. İstemler 6, 7 ve 8'e göre bir elektronik cihaz olup, söz konusu algılama araçlarının (2) aşağıdakileri içermesi **ile karakterize edilmektedir**:

- söz konusu manyetik çekirdek (21);
- söz konusu manyetik çekirdek etrafında sarılmış bir uyarı sarımı (22) ve söz konusu uyarı sarımına elektriksel olarak bağlanan söz konusu güç kaynağı (23) içeren söz konusu uyarı devre kesiti (220);
- aşağıdakileri içeren söz konusu çıkış devre kesiti (240):

    - söz konusu manyetik çekirdek etrafında sarılan bir birinci tespit sarımı (24A) ve söz konusu birinci tespit sarımına elektriksel olarak bağlanan bir birinci tespit elemanı (R_{S1}), söz konusu birinci tespit elemanı söz konusu birinci tespit sarımı boyunca bir birinci tespit akımını (I_{O1}) tespit etmektedir ve söz konusu dengesiz akımın (I_G) bir birinci ölçüm sinyalini (V_{M1}) sağlamaktadır;
    - söz konusu manyetik çekirdek etrafında sarılan bir ikinci tespit sarımı (24B) ve söz konusu ikinci tespit sarımına elektriksel olarak bağlanan bir ikinci tespit elemanı (R_{S2}), söz konusu ikinci tespit elemanı söz konusu ikinci tespit sarımı boyunca bir ikinci tespit akımını (I_{O2}) tespit etmektedir ve söz konusu dengesiz akımın (I_G) bir ikinci ölçüm sinyalini (V_{M2}) sağlamaktadır.

10. Söz konusu algılama araçlarının (2) söz konusu en az bir uyarı sarımı ile elektriksel olarak bağlanan en az bir tespit elemanı (R_{S1}, R_{S2}) içeren bir çıkış devre kesiti (240) içermesi, söz konusu tespit elemanının söz konusu uyarı sarımı boyunca akan söz konusu uyarı akımını (I_E) tespit etmesi ve söz konusu dengesiz akımın (V_{M1}, V_{M2}) en az bir ölçüm sinyalinin (I_G)

göstergesini sağlamas□ **ile karakterize edilen** istem 7'ye göre bir elektronik cihaz.

11. İstemler 6, 7 ve 10'a göre bir elektronik cihaz olup, söz konusu alg□lama araçlar□n□ (2) aşağ□dakileri içermesi **ile karakterize edilmektedir**:

- söz konusu manyetik çekirdek (21);
- aşağ□dakileri içeren söz konusu uyar□ devre kesiti (220):

  - söz konusu manyetik çekirdeğe sar□lan bir birinci uyar□ sar□m□ (22A) ve bir ikinci uyar□ sar□m□ (22B);
  - söz konusu birinci ve ikinci uyar□ sar□mlar□ boyunca akan söz konusu uyar□ ak□m□n□ (I_E) sağlamak için söz konusu birinci ve ikinci uyar□ sar□mlar□ ile elektriksel olarak bağlanan söz konusu güç kaynağ□ (23);

- aşağ□dakileri içeren söz konusu ç□k□ş devre kesiti (240):

  - söz konusu birinci uyar□ sar□m□ ile elektriksel olarak bağlanan bir birinci tespit eleman□ (R_{S1}), söz konusu birinci tespit eleman□ söz konusu birinci tespit sar□m□ boyunca akan söz konusu uyar□ ak□m□n□ (I_E) tespit etmektedir ve söz konusu dengesiz ak□m□n□ (V_{M1}) bir birinci ölçüm sinyali (I_G) göstergesini sağlamaktad□r;
  - söz konusu uyar□ sar□m□ ile elektriksel olarak bağlanan bir ikinci tespit eleman□ (R_{S2}); söz konusu ikinci tespit eleman□ söz konusu ikinci tespit sar□m□ boyunca akan söz konusu uyar□ ak□m□n□ (I_E) tespit etmektedir ve söz konusu dengesiz ak□m□n□ (V_{M2}) bir ikinci ölçüm sinyali (I_G) göstergesini sağlamaktad□r.

12. İstemler 4 ila 11'den bir veya daha fazlas□na göre bir elektronik cihaz (1) içermesi **ile karakterize edilen** LVDC elektrik güç dağ□t□m ağlar□ için bir elektronik düzenleme.

13. İstemler 4 ila 11'den bir veya daha fazlas□na göre bir elektronik cihaz (1) içermesi **ile karakterize edilen** LVDC elektrik güç dağ□t□m ağlar□ için bir anahtarlama cihaz□ (150).

TARİFNAME

BİR LVDC ELEKTRİK HATTINDA TOPRAKLAMA ARIZALARININ TESPİT EDİLMESİNE YÖNELİK BİR YÖNTEM VE BUNUN İÇİN ELEKTRONİK CİHAZ

Mevcut buluş, LVDC elektrik güç dağıtım ağlarının alanı ile ilgilidir. Daha belirli bir şekilde, mevcut buluş, bir LVDC elektrik güç dağıtım ağında topraklama arızalarının tespit edilmesine yönelik bir yöntem ve bir elektronik cihaz ile ilgilidir.

Anlaşılabilirlik adına, aşağıdakiler belirtilmektedir:

- "düşük voltaj" (LV) terimi, 1 kV AC ve 1.5 kV DC'den daha düşük voltajlar ile ilgilidir;
- "orta voltaj" (MV) terimi, 1 kV AC ve 1.5 kV DC'den daha yüksek, onlarca kV'a kadar olan, örneğin, 72 kV AC ve 100 kV DC'ye kadar olan voltajlar ile ilgilidir;
- "LVDC elektrik güç dağıtım ağı" ve "LVDC elektrik hattı" sırasıyla DC akımının geçtiği bir LV elektrik güç dağıtım ve bir LV elektrik hattını belirlemektedir.

Bilindiği gibi, elektrik dağıtım planı, son yıllarda değişmiştir.

İyi güç kalitesi ve elektrik dağıtım etkililiği elektrik dağıtımının yönetilmesinde çok önemli faktörler olmaya başlamıştır, çünkü müşteriler temel olarak kesintisiz bir güç kaynağına bağımlıdır ve enerjinin fiyatı sürekli bir şekilde artmaktadır.

Ayrıca, elektrik güç dağıtım şebekelerinde DG (Dağıtımış Üretim) sistemlerinin (örneğin, solar panel sistemleri, rüzgar üretim sistemleri ve benzerleri) geniş dağıtımı ve enerji depolama sistemleri (örneğin, piller, süper-kapasitörler ve benzerleri) karşılaşılacak yeni ağ yönetim sorunlarını ortaya çıkarmıştır.

Düşük voltaj doğru akım (LVDC) elektrik güç dağıtım ağları dolayısıyla elektrik dağıtımı için artan bir şekilde ilginç olmaya başlamıştır, çünkü geleneğe göre elektrik güç dağıtım şebekeleri ile dikkat çekici avantajlara sahiptirler.

LVDC elektrik güç dağıtım ağları, dirençli kayıplar normal olarak düşük olduğundan ve tüm iletilen güç büyük oranda aktif güç olduğundan, genel olarak elektrik iletiminde daha yüksek verimlilik ve kapasite ile karakterize edilmektedir.

Ayrıca, normal olarak voltaj düşmelerinin ve besleme MV elektrik güç dağıtım ağının kısa kesintilerinin telafisini sağlamak kolay olduğundan müşterilere daha yüksek bir güç kalitesini garanti etmektedirler.

Buna ek olarak, DG sistemleri ve enerji depolama sistemleri ile kolay bir bağlantıya (faz senkronizasyonu ihtiyacı olmadan ve göreceli olarak az sayıda dönüştürme aşamalarından birini kullanarak) izin vermektedirler.

LVDC elektrik güç dağıtım ağlarında, topraklama arızalarına karşı koruma, uygun koruma cihazları ile faal olarak ilişkili ve birlikte çalışan cihazların (örneğin, devre kesiciler) anahtarlanması ile sağlanmaktadır.

Bu tür koruma cihazları tipik olarak, arıza koşullarının meydana gelmesinin bir göstergesi olabileceğinden bunların bir elektrik hattının iletkenleri arasında dengesiz bir akımın (I_G) varlığını tespit etmek için yapılandırılmaktadır.

Koruma cihazlarının mevcut durumda nasıl ulaşılabilir olduğunun, bir LVDC elektrik güç dağıtım ağının ideal yönetimi garanti edemeyebileceğini göstermiştir. Doküman DONG DONG VE ARK: "Low-frequency leakage current reduction using active control of single-phase PWM rectifier",ENERGY CONVERSION CONGRESS AND EXPOSITION (ECCE), 2011 IEEE, IEEE, 17 Eylül 2011'de, bir LVDC elektrik güç dağıtım ağında kaçak akımının tespit edilmesini açıklamaktadır. Şekiller 1A, 1B, 1C'de bir LVDC elektrik güç dağıtım ağının (1000) bir jenerik elektrik hattının (1002) işleyişi gösterilmektedir.

Bilindiği gibi, bir LVDC elektrik güç dağıtım ağı (1000), bir AC besleme ağı (1005) ile elektriksel olarak birleşen ve bir güç transformatörü ve AC/DC dönüştürücü içeren bir besleme aşaması (1001) tarafından tipik olarak beslenmektedir.

Normal işleyiş sırasında, kaçak akımlar (I_{LK}), besleme aşamasının (1001) AC/DC dönüştürücüsü tarafından üretilebilmektedir. Tipik olarak, söz konusu kaçak akımlar (I_{LK}), bir elektrik yükünü (1003) ve toprak bağlama kapasitansını (C_P) besleyen elektrik hattının (1002) iletkenleri, AC/DC dönüştürücü, güç transformatörünün toprak bağlantısı tarafından oluşturulan bir elektrik yolu aracılığıyla toprağa akmaktadır.

Kaçak akımlar (I_{LK}), dönüştürücünün (örneğin, 10 KHz) anahtarlama frekansına ve bunların çoklu frekanslarına temel olarak karşılık gelen göreceli olarak yüksek bir frekansa sahiptir.

Elektrik hattında (1002) bir topraklama arızası meydana geldiğinde, bir DC arıza akımı (IF) dönüştürücü (1001), dönüştürücünün (1001) kendisi, elektrik hattının (1002) iletkenleri ve toprağa (R_G) dirençli arızanın toprak bağlantısı tarafından oluşturulan bir elektrik yol aracılığıyla toprağa doğru akmaktadır (şekil 1C).

Yukarıdakiler açısından, DC arıza akımı (IF) ve kaçak akımların (I_{LK}) elektrik hattının (1002) iletkenlerini içeren toprağa doğru ortak elektrik yolunu takip ettiği barizdir.

Bu yüzden, dengesiz (toprağa doğru akım) bir akım (I_G) elektrik hattının (1002) iletkenleri arasında tespit edildiğinde, bu tür bir akım sadece kaçak akımlardan (I_{LK}) kaynaklanabilmektedir veya bir toprak arıza olayının bir DC akım (IF) göstergesinin varlığından kaynaklanabilmektedir.

Elektrik hattının iletkenleri arasında tespit edilmiş bir dengesiz akım (I_G) davranışının bir örneği, şekil 1A'da gösterilmektedir. Bu durumda, bir DC akımının (IF) (bir topraklama arızası olayından kaynaklı) ve yüksek frekans bileşenlerinin (I_{LK}) (toprağa doğru kaçak akımlardan dolayı) üst üste çakışmasının farkına varmak mümkündür.

Maalesef, LVDC elektrik güç dağıtım ağlarında yaygın bir şekilde uyarlanan koruma cihazları, bir elektrik hattında tespit edilmiş bir dengesiz akımın (I_G) sadece verilen bir eşik değeri aşıp aşmadığını kontrol etmek için yapılandırılmaktadır.

Kolay bir şekilde anlaşılabileceği gibi, bu zayıf ayrım kapasiteleri, özellikle toprağa doğru göreceli olarak yüksek kaçak akımlar (I_{LK}) mevcut olduğunda yanlış koruma müdahalelerine yol açabilmektedir.

Dolayısıyla elektrik hattı (1002), daha az tehlikeli uygunsuz koşullar (arıza koşullarından farklı) mevcut olduğunda, kesilebilmektedir.

Tabi ki, bu olgu, LVDC elektrik güç dağıtım ağının işleyen yönetimi üzerinde negatif bir etkiye sahip olabilmektedir.

Mevcut buluşun temel amacı, teknikte akım çözeltilerinin üstesinden gelme sınırlamalarına izin veren bir LVDC elektrik hattında topraklama arızalarının tespit edilmesi için bir elektronik cihaz ve bir yöntem sağlamaktır.

Bu hedef dahilinde, mevcut buluşun bir amacı, bir LVDC elektrik hattında bir farksal akımın tespit edilmesine ve söz konusu farksal akımın gerçekte meydana gelen arıza koşulları veya diğer daha az tehlikeli uygunsuz koşullardan kaynaklanıp kaynaklanmadığının etkili bir şekilde ayırt edilmesine izin veren bir yöntem ve bir elektronik cihaz sağlamaktır.

Mevcut buluşun başka bir amacı, endüstriyel seviyede uygulanması için göreceli olarak kolay ve ucuz olan bir elektronik cihaz ve bir yöntem sağlamaktır.

Dolayısıyla mevcut buluş, aşağıdaki istem 1 ve ilgili bağlı istemlere göre bir LVDC elektrik hattında farksal bir akımı tespit etmeye yönelik bir yöntem sağlamaktadır.

Başka bir yönde, mevcut buluş, aşağıdaki istem 4 ve ilgili bağlı istemlere göre, bir LVDC elektrik hattında bir farksal akımın tespit edilmesi için bir elektronik cihaz sağlamaktadır.

Buluşun diğer bir amacı, aşağıdaki istem 12'ye göre LVDC elektrik güç dağıtım ağları için bir elektronik düzenleme ile ilgilidir. Söz konusu elektronik düzenleme, örneğin, bir koruma cihazı, bir röle veya benzeri olabilmektedir.

Buluşun diğer bir amacı, aşağıdaki istem 13'e göre LVDC elektrik güç dağıtım ağları için bir anahtarlama cihazı ile ilgilidir. Söz konusu anahtarlama cihazı, örneğin, uygun bir kesme kapasitesine sahip olarak sağlanan bir devre kesici veya benzer bir cihaz (örneğin, bir ayırıcı, yeniden kapatıcı veya benzerleri) olabilmektedir.

Buluşun karakteristikleri ve avantajları, buluşa göre, sadece ekli şekillerde sağlanan sınırlayıcı olmayan örnekler, yöntem ve elektronik cihazın tercih edilen yapılandırmalarının açıklanmasından ortaya çıkacaktır, burada:

- Şekiller 1A, 1B, 1C, normal koşullarda ve bir arıza olayı meydana geldiğinde, jenerik bir LVDC elektrik güç dağıtım ağının işleyişini şematik olarak göstermektedir;
- Şekil 2, mevcut buluşa göre, elektronik cihaz içeren bir LVDC elektrik güç dağıtım ağını şematik olarak göstermektedir;

- Şekil 3, mevcut buluşa göre, yöntemi şematik olarak göstermektedir;
- Şekil 4, mevcut buluşa göre, elektronik cihazı şematik olarak göstermektedir;
- Şekil 5 ila 6, bunların farklı yapılandırmalarına göre buluşun elektronik cihazının bazı parçalarını şematik olarak göstermektedir.

Belirtilen şekillere atıfta bulunarak, mevcut buluş, bir LVDC elektrik güç dağıtım ağının (400) bir LVDC elektrik hattında (500) topraklama arızalarının tespit edilmesi için bir elektronik cihaz (1) ve bir yöntem (100) ile ilgilidir.

LVDC elektrik güç dağıtım ağı (400), bilinen bir tür olabilmektedir ve ihtiyaçlara göre yapılandırılabilmektedir. Bir örnek olarak, tek kutuplu bir tür olabilmektedir ve TT türü bir topraklama sistemini içermektedir.

Şekil 2'de, LVDC elektrik güç dağıtım ağı (400), elektrik yüklerinin (600), DG sistemlerinin (700) veya enerji depolama sistemlerinin (800) uygun elektrik hatlar aracılığıyla elektriksel olarak bağlandığı bir ana güç dağıtım hattını (401) içeren bir şebeke olarak yapılandırılmaktadır.

LVDC elektrik güç dağıtım ağı (400), ana güç dağıtım hattını (401) beslemek için buna elektriksel olarak bağlanan bir ön-uç AC/DC dönüştürme aşamasını (300) ve bunlara elektriksel olarak bağlanmış diğer elektrik hatlarını içermektedir.

AC/DC dönüştürme aşaması (300), bilinen bir tür olabilmektedir.

AC/DC dönüştürme aşaması (300), verilen bir anahtarlama frekansına (f_{SW}) sahip komütasyon cihazlarını içeren bir anahtarlama kesiti içermektedir.

Avantajlı bir şekilde, ön-uç dönüştürme aşaması (300), bir AC elektrik güç dağıtım ağına (200) elektriksel olarak bağlanmaktadır.

AC elektrik güç dağıtım ağı (200) bilinen bir tür olabilmektedir ve ihtiyaçlara göre yapılandırılabilmektedir.

AC elektrik güç dağıtım ağı (200) bir MV güç üretimi hizmet programı (204) ve bir MV/LV transformatör aşaması (203) arasında elektriksel olarak bağlanan bir MV kesiti (201), ve

MV/LV transformatör aşaması (203) ve AC/DC dönüştürme aşaması (300) arasında elektriksel olarak bağlanan bir LV kesiti (202) içerebilmektedir.

Tercihen, MV/LV transformatör aşaması (203), örneğin aşırı gerilimleri önlemek için güvenlik nedenlerinden dolayı toprağa bağlanmaktadır.

LVDC elektrik hattı (500), bilinen bir tür olabilmektedir ve ihtiyaçlara göre yapılandırılabilmektedir. Örneğin, tek kutuplu veya iki kutuplu olabilmektedir.

LVDC elektrik hattı (500), hat kablolarını oluşturan birden çok iletken içermektedir.

LVDC elektrik hattı (500), bir elektrik yüküne (600) elektriksel olarak bağlanabilmektedir.

Bir örnek olarak, şekil 1'de, LVDC elektrik hattı (500), LVDC elektrik güç dağıtım ağının (400) ana güç dağıtım hattı (401) ile bir elektrik yüküne (600) (toprağa bir bağlantıya sahip) elektriksel olarak bağlanması şeklinde gösterilmektedir.

Prensipte, ancak, LVDC elektrik hattı (500), farklı şekilde yapılandırılabilmektedir.

Örneğin, bir güç üretim ünitesi (örneğin, bir DG ünitesi veya bir enerji depolama ünitesi) ile bir elektrik bağlantısı sağlayan bir elektrik hattı olabilmektedir.

LVDC elektrik güç dağıtım ağı (400), örneğin, topraklama arıza koruma amaçları için bir veya daha fazla anahtarlama cihazı (150) içerebilmektedir.

Yukarıda değinildiği gibi, bu yönlerden birine göre, mevcut buluş LVDC elektrik güç dağıtım ağının (400) bir LVDC elektrik hattında (500) arızaların tespit edilmesi için bir yöntem (100) ile ilgilidir (şekil 3).

Yöntem (100), birden çok elektrik hattının (500) iletkeni arasında tespit edilmiş bir dengesiz akımın (I_G) düşük frekanslı bileşenlerinin göstergesi olan bir birinci tespit sinyalinin (V_{LOW}) elde edilmesinin bir adımı (101), ve tespit edilmiş dengesiz akımın (I_G) yüksek frekanslı bileşenlerinin bir ikinci tespit sinyali (V_{HIGH}) göstergesinin elde edilmesinin bir adımını (102) içermektedir. Anlaşılabilirlik adına, aşağıdaki terimlerde dengesiz akımın (I_G) "düşük frekanslı bileşenleri" ve "yüksek frekanslı bileşenleri", bir referans frekansından (f_E) sırasıyla daha

düşük ve daha yüksek bir frekansa sahip, dengesiz akımın (I_G) tespit etmek için ayarlanan algılama araçların (2) konfigürasyonunun ve AC/DC dönüştürme aşamasının (300) konfigürasyonuna bağlı olarak ayarlanan dengesiz akımın (I_G) bileşenlerini sırasıyla belirlemektedir.

Tercihen, bu tür bir referans frekansı (f_E), fsw'nin AC/DC dönüştürme aşamasının (300) anahtarlama frekansı olduğu 0 (DC) ve fsw arasındaki bir frekans aralığında bulunmaktadır. Tercihen, frekans (f_E), anahtarlama frekansından (f_{SW}) daha düşüktür (örneğin, en az %50 daha düşük). Bir örnek olarak, anahtarlama frekansı (f_{SW}) 10 KHz'ye ayarlanırsa, frekans (f_E) tercihen 1 KHz ve 5 KHz arasındaki değerlere sahip olmaktadır.

Birinci ve ikinci tespit sinyalleri (V_{LOW}, V_{HIG}), dengesiz akımın (I_G) bir veya daha fazla karşılık gelen ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}) göstergesinin alçak geçişli filtreleme ve yüksek geçişli filtreleme tarafından sırasıyla elde edilmektedir.

Tercihen, birinci ve ikinci tespit sinyalleri (V_{LOW}, V_{HIGH}), dengesiz akımın (I_G) birinci ve ikinci ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}) göstergesinin bir alçak geçişli filtreleme ve yüksek geçişli bir filtreleme aracılığıyla sırasıyla elde edilmektedir.

Aşağıda örneklendirileceği gibi, yöntemin (100) pratik uygulamasında, dengesiz akım (I_G), elektrik hattının (500) iletkenleri ile faal olarak bağlanan uygun yapılandırılmış algılama araçları (2) ile tespit edilebilmektedir ve dengesiz akımın (I_G) bir veya daha fazla ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}) göstergesini sağlamak için yapılandırılabilmektedir.

Tercihen, ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}), referans frekansındaki (f_E) AC sinyalleridir. Bunlar, yüksek frekanslı bileşenler ve muhtemelen bir DC bileşeni içerebilmektedir.

Aşağıda örneklendirileceği gibi, yöntemin (100) pratik uygulamasında, tespit sinyalleri (V_{LOW}, V_{HIGH}), yukarıda değinilen ölçüm sinyallerini (V_{M1}, V_{M2}) almak için algılama araçları (2) ile faal olarak ilişkili uygun şekilde yapılandırılmış filtreleme araçları (3) tarafından sağlanabilmektedir.

Tercihen, tespit sinyalleri (V_{LOW}, V_{HIGH}) gerilim sinyalleridir.

Yöntem (100), birinci ve ikinci tespit sinyalleri (V_{LOW}, V_{HIGH}) arasındaki oranı hesaplayarak

üçüncü bir tespit sinyalinin (RT) hesaplanmasının bir adımını (103) içermektedir.

Tespit sinyali (V_{LOW}) ve tespit sinyali (V_{HIGH}) arasındaki orana eşit olduğundan, tespit sinyali (RT), tespit edilmiş dengesiz akımın (I_G) toprağa doğru bir DC arıza akımının (IF) katkısından dolayı veya toprağa doğru dolaşan sadece yüksek frekanslı kaçak akımlardan (I_{LK}) dolayı olup olmadığı bilgisini sağlamaktadır.

Uygulamada, tespit sinyali (RT), bir topraklama arızası olayının göstergesi, bir DC arıza akımının (IF) varlığının hariç tutulmasına izin veren bilgi sağlamaktadır.

Yöntem (100), bir birinci eşik değer (TH1) ile üçüncü tespit sinyalini (RT) karşılaştırarak bir DC arıza akımının (IF) olup olmadığının kontrol edilmesinin bir adımını (104) içermektedir.

Tercihen, birinci eşik değer (TH1) sıfıra (TH1=0) ayarlanmaktadır.

Bununla birlikte, birinci eşik değer (TH1) sıfır yakınındaki örneğin, bir LVDC şebekesinde toprağa doğru olası DC arıza akımların (IF) tipik genlik değerlerine göre daha küçük (yani, en azından daha küçük bir büyüklük sırası) olan bir değer gibi bir değere ayarlanabilmektedir.

Sıfır veya göz ardı edilebilecek genliğe (RT <= TH1) sahip bir tespit sinyali (R), bir arıza akımının (IF) mevcut olmadığını ve dengesiz akımın (I_G) toprağa doğru akan yüksek frekanslı kaçak akımlardan (I_{LK}) dolayı temelde kaynaklandığını göstermektedir.

Bunun yanısıra, göz ardı edilmeyen bir genliğe (RT > TH1) sahip bir tespit sinyali (RT), bu genlik yüksek frekanslı kaçak akımlar (I_{LK}) ile çakışabilse bile, bir arıza akımının (I_F) mevcut olacağını göstermektedir.

Yöntemin (100), elektrik hattının (500) ve daha genel olarak LVDC elektrik güç dağıtım ağının (400) işleyişinin iyi bir yönetimini garanti etmek için ihtiyaç duyulan bilgiyi sağladığı barizdir.

Yöntem (100), aslında, elektrik hattının (500) iletkenleri arasında tespit edilmiş dengesiz akımın (I_G), gerçek bir arıza olayından (I_{LK}) kaynaklanıp kaynaklamadığını veya sadece dönüştürme aşaması (300) tarafından üretilen kaçak akımların (DC arıza akımı (IF)) tek başına varlığından meydana gelip gelmediğini kontrol etmek için etkili ayrım kriterleri

sağlamaktadır.

İşleme adımları (103 ila 104) tarafından basit bir şekilde uygulanan bu tür ayrım kriteri, toprağa doğru bir arıza akımının (IF) meydana gelip gelmemesini hariç tutmaya izin vermektedir.

Yöntem (100) bu yüzden, elektrik hattının yanlış veya istenmeyen kesintilerinden kaçınmak suretiyle, elektrik hattı (500) üzerinde olası koruma müdahalelerinin doğru bir şekilde belirlenmesine izin vermektedir.

Eğer bir Dc arıza akımının (IF) varlığı, yukarıda örneklendirilen adım (103) ile hariç tutulursa, yöntem (100), kaçak akımların (I_{LK}) varlığının göz ardı edilebilir bir olay olarak düşünülüp düşünülemeyeceğini kontrol etmek için ikinci tespit sinyalinin (V_{HIGH}) işlenmesini sağlamaktadır veya bir koruma müdahalesi gerektirmektedir (örneğin, dönüştürme aşamasında (300)).

Tercihen, yöntem (100), eğer üçüncü tespit sinyali (RT) birinci eşik değeri (TH1) aşmaz ise, bir ikinci eşik değer (TH2) ile ikinci tespit sinyalinin (V_{HIGH}) karşılaştırılmasının bir adımını (105) içermektedir.

Tercihen, ikinci eşik değeri (TH2), elektrik hattının (500) işleyişi için güvenlik gerekliliklerine göre ayarlanmaktadır.

Tercihen, yöntem (100), eğer ikinci tespit sinyali (V_{HIGH}) ikinci eşik değeri (TH2) aşarsa, toprağa doğru kaçak akım (I_{LK}) varlığının bir alarma sinyali (WARN) göstergesinin üretilmesinin bir adımını (106) içermektedir. Bu durumda, uygunsuz işleyiş koşulları (muhtemelen bir koruma müdahalesi gerektiren) bildirilmektedir.

Avantajlı bir şekilde, alarm sinyali (WARN), uygun sinyalleşme araçları ile donatılana kadar bir röle veya kontrole gönderilebilmektedir.

Tercihen, yöntem (100), eğer ikinci tespit sinyali (V_{HIGH}) ikinci eşik değeri (TH2) aşmazsa, sonlandırılmaktadır. Bu durumda, kaçak akımların (I_{LK}) varlığı, uygunsuz bir işleyiş koşulu olarak düşünülmemektedir.

Eğer bir DC arza akımının (IF) varlığı, yukarıda örneklendirilen adımın (103) uygulanmasıyla belirlenirse, yöntem (100), elektrik hattının bir kesintisinin güvenlik nedenleri için ihtiyaç duyulup duyulmadığını kontrol etmek için tespit sinyallerinin (V_{LOW}, V_{HIGH}) işlenmesini sağlamaktadır.

Tercihen, yöntem (100), eğer üçüncü tespit sinyali (RT) birinci eşik değeri (TH1) aşarsa, birinci ve ikinci tespit sinyallerinin (V_{LOW}, V_{HIGH}) toplamının hesaplanmasıyla dördüncü bir tespit sinyalinin (V_{SUM}) elde edilmesinin bir adımını (107) içermektedir.

Dördüncü tespit sinyali (V_{SUM}) avantajlı bir şekilde elektrik hattında (500) toprağa doğru akan akımların tam büyüklüğünün göstergesidir. Dolayısıyla, bir koruma müdahalesine ihtiyaç duyulup duyulmadığını belirlemek için gerekli bilgiyi sağlamaktadır.

Tercihen, yöntem (100), bir üçüncü eşik değer (TH3) ile dördüncü eşik değerin (V_{SUM}) karşılaştırılmasının bir adımını (108) içermektedir.

Tercihen, üçüncü eşik değeri (TH3), elektrik hattının (500) işleyişi için güvenlik gerekliliklerine göre ayarlanmaktadır.

Üçüncü eşik değeri (TH3), ikinci eşik değere (TH2) eşit olarak ayarlanabilmektedir (TH1=TH2).

Tercihen, yöntem (100), dördüncü tespit sinyali (V_{SUM}) üçüncü eşik değeri (TH3) aşar ise, elektrik hattının (500) kesilmesini yönetmek için bir kesme sinyalinin (TRIP) üretilmesinin bir adımını (109) içermektedir.

Avantajlı bir şekilde, kesme sinyali (TRIP), elektrik hattının (500) sıralayla kesilmesini sağlayana kadar bir anahtarlama cihazının (150) bir rölesine veya kontrolüne gönderilebilmektedir.

Yukarıda tarif edilen adımların (107 ila 109) uygulanması, güvenlik açısından bakımından ilgili avantajlar sağlamaktadır.

Olası bir koruma müdahalesi, toprağa doğru akan akımların tam büyüklüğünün göstergesi olan dördüncü tespit sinyalinin (V_{SUM}) tepe genliğinin taban üzerinde yönetilmektedir.

Bu, sadece DC arza akımının (IF) genliğinin bir koruma müdahalesini yönetmek için kontrol edildiği, geleneksel koruma cihazlarına göre kullanıcının güvenliği bakımından gelişmiş performanslar sağlamaktadır.

Aşağıda örneklendirileceği gibi, pratik uygulamada, yöntem (100), analog ve/veya dijital tür olabilen uygun şekilde yapılandırılmış işleme araçları (4) tarafından uygulanabilmektedir.

Yöntemde (100) işlenmiş veya sağlanmış sinyaller (V_{LOW}, V_{HIGH}, RT, V_{HIGH}, WARN, TRIP), dolayısıyla yöntemin kendisinin pratik uygulamasına bağlı olan analog sinyaller veya dijital sinyaller olabilmektedir.

Yukarıda değinildiği gibi, bu yönlerden birine göre, mevcut buluş bir LVDC elektrik güç dağıtım ağında (400) bir LVDC elektrik hattında (500) topraklama arızalarının tespit edilmesine yönelik bir elektronik cihaz (1) ile ilgilidir (şekil 4).

Elektronik cihaz (1), elektrik hattının (500) iletkenleri ile faal olarak bağlanan algılama araçlarını (2) içermektedir.

Algılama araçları (2), elektrik hattının (500) iletkenleri arasında dengesiz bir akımın (I_G) bir veya daha fazla ölçüm sinyali (V_{M1}, V_{M2}) göstergesi sağlamak için uyarlanmaktadır.

Tercihen, bir veya daha fazla ölçüm sinyali (V_{M1}, V_{M2}), yukarıda değinildiği gibi referans frekansındaki (f_E) AC sinyalleridir. Ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}), bir dengesiz akımın (I_G) bir harmonik gösterge yüksek frekanslı ve düşük frekanslı bileşenlerine sahip olabilmektedir.

Tercihen, bir veya daha fazla ölçüm sinyali (V_{M1}, V_{M2}), gerilim sinyalleridir.

Elektronik cihaz (1), bir veya daha fazla ölçüm sinyaline (V_{M1}, V_{M2}) sahip olmak ve dengesiz akımın (I_G) düşük frekanslı bileşenlerinin bir birinci tespit sinyali (V_{LOW}) göstergesini ve dengesiz akımın (I_G) yüksek frekanslı bileşenlerinin bir ikinci tespit sinyali (V_{HIGH}) göstergesini sağlamak için yapılandırılan filtreleme araçlarını (3) içermektedir.

Yukarıda belirtildiği gibi, dengesiz akımın (I_G) "düşük frekanslı bileşenleri" ve "yüksek frekanslı bileşenleri" terimleri, referans frekansından (f_E) sırasıyla daha düşük veya daha

yüksek bir frekansa sahip olan dengesiz akımın (I_G) bileşenlerinin belirlenmesi amacını taşımaktadır.

Filtreleme araçları (3), analog veya dijital türde olabilmektedir.

Eğer analog şekilde uygulanırsa, filtreleme araçları (3), bir veya daha fazla ölçüm sinyalinin (V_{M1}, V_{M2}) filtrelenmesini sağlamak için uygun bir şekilde düzenlenen elektronik devrelerini içermektedir.

Eğer dijital bir şekilde uygulanırsa, filtreleme araçları (3), ölçüm sinyallerinin (V_{M1}, V_{M2}) filtrelenmesini gerçekleştirmek için yazılım yönergelerini (bir ortamda depolanabilir) uygulamak için yapılandırılan bir veya daha fazla bilgisayarlaştırılmış kaynak (örneğin, mikroişlemciler) içermektedir. Elektronik cihaz (1), birinci ve ikinci tespit sinyallerini (V_{LOW}, V_{HIGH}) işlemesi için yapılandırılan işleme araçlarını (4) içermektedir.

İşleme araçları, yukarıda ve şekil 3'te tarif edilen yöntemi (100) uygulamak için yapılandırılmaktadır.

Yukarıda gösterildiği gibi, işleme araçları (4), analog veya dijital türde olabilmektedir.

Eğer analog şekilde uygulanırsa, işleme araçları (4), yöntem (100) tarafından sağlanan sinyal işleme adımlarını gerçekleştirmek için uygun bir şekilde düzenlenen elektronik devreleri içermektedir. Eğer dijital bir şekilde uygulanırsa, işleme araçları (4), yöntem (100) tarafından sağlanan sinyal işleme adımlarını gerçekleştirmek için yazılım yönergelerini uygulamak (bir ortamda depolanabilir) üzere yapılandırılan bir veya daha fazla bilgisayarlaştırılmış üniteler (örneğin, mikroişlemciler) içermektedir.

Avantajlı bir şekilde, filtreleme araçları (3) ve işleme araçları (4), analog veya dijital türde olabilen bir veya daha fazla işleme ünitesinde birleştirilebilmektedir.

Elektronik cihaz (1), işleme araçlarını (4) uygulamak için özerk işleme kaynaklarını (örneğin, kendi sahip olduğu mikrokontrolcüler ile donatılabilmektedir) içerebilmektedir veya muhtemelen gömülü olan veya birleştirilmiş cihaz, cihaz veya sistemde mevcut olan işleme kaynaklarını paylaşabilmektedir.

Buluşun bazı yapılandırmalarına göre (şekiller 4 ila 6'da gösterilmektedir), algılama araçları (2), dengesiz akımın (I_G) ayrı birinci ve ikinci ölçüm sinyallerini (V_{M1}, V_{M2}) sağlamak için uyarlanmaktadır.

Bu durumda, filtreleme araçları (3), avantajlı bir şekilde birinci ve ikinci ölçüm sinyallerine (V_{M1}, V_{M2}) sahip olmak ve tespit sinyalleri (V_{LOW}, V_{HIGH}) sağlamak için yapılandırılmaktadır. Tercihen, filtreleme araçları (3), birinci ölçüm sinyaline (V_{M1}) sahip olmak ve birinci tespit sinyalini (V_{LOW}) sağlamak için yapılandırılan birinci düşük geçişli filtreleme araçlarını (31) içermektedir. Tercihen, filtreleme araçları (3), birinci ölçüm sinyaline (V_{M2}) sahip olmak ve birinci tespit sinyalini (V_{HIGH}) sağlamak için yapılandırılan birinci yüksek geçişli filtreleme araçlarını (32) içermektedir. Buluşun bazı yapılandırmalarına göre (gösterilmemektedir), algılama araçları (2), dengesiz akımın (I_G) tek bir ölçüm sinyal göstergesini sağlamak için uyarlanabilmektedir.

Bu durumda, filtreleme araçları (3), avantajlı bir şekilde bu tür bir ölçüm sinyaline sahip olmak ve tespit sinyalleri (V_{LOW}, V_{HIGH}) sağlamak için yapılandırılmaktadır.

Tercihen, algılama araçları (2), elektrik hattının (500) iletkenleri ile kendine bağlanan bir manyetik akı yolunu oluşturmak için yapılandırılan en az bir manyetik çekirdek (21) içermektedir.

Avantajlı bir şekilde, manyetik çekirdek (21), yüksek bir manyetik geçirgenliğe sahiptir ve örneğin, bir Ni-Fe alaşımından yapılabilmektedir.

Tercihen, manyetik çekirdek (21), bir toroid olarak şekillendirilmektedir.

Manyetik çekirdek (21), elektrik hattının (500) iletkenleri arasında dengesiz akımları (I_G) algılamak için avantajlı bir şekilde düzenlenmektedir.

Elektrik hattındaki (500) olası dengesiz akımlara (I_G) tüm hassasiyeti arttırmak için, elektrik hattının (500) iletkenleri, çoklu dönüşler oluşturmak için manyetik çekirdek (21) etrafında sarılabilmektedir.

Tercihen, algılama araçları (2), manyetik çekirdek (21) ile faal bir şekilde birleştirilen bir uyarı devre kesiti (220) içermektedir.

Uyarı devre kesiti (220), manyetik çekirdek (21) etrafında sarılan bir veya daha fazla uyarı sarımını (22, 22A, 22B) ve söz konusu uyarı sarımlarına elektriksel olarak bağlanan en az bir güç kaynağı (23) içermektedir.

Güç kaynağı (23), uyarı sarımları (22, 22A, 22B) boyunca dolaşan bir uyarı akımı (I_E) sağlamaktadır.

Uyarı akımı (I_E), dengesiz akımın (I_G) düşük frekanslı ve yüksek frekanslı bileşenleri arasında ayrım yapmak üzere referans frekans oluşturan bir frekansa (f_E) sahip bir AC akımıdır.

Yukarıda açıklandığı gibi, frekans (f_E), f_{SW}'nin elektrik hattını (500) besleyen bir dönüştürme aşamasının (300) anahtarlama frekansı olduğu, $O<f_E<f_{SW}$ aralığında bulunmaktadır.

Dolayısıyla, frekans (f_E), elektrik hattını (500) besleyen dönüştürme aşamasının (300) anahtarlama frekansına (f_{SW}) bağlı olarak avantajlı bir şekilde ayarlanmaktadır.

Güç kaynağı (23), avantajlı bir şekilde örneğin, bir elektronik osilatör devresi gibi bilinen bir tür olabilmektedir.

Tercihen, algılama araçları (2), dengesiz akımların (I_G) ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}) göstergesini sağlamak için uyarı devre kesiti (220) ile faal olarak ilişkili olan bir çıkış devre kesiti (240) içermektedir.

Buluşun bazı yapılandırmalarına göre, çıkış devresi kesiti (240), manyetik çekirdek (21) etrafında bir veya daha fazla tespit sarımı (24A, 24B) içermektedir.

Çıkış devresi kesiti (240), ayrıca her birinin karşılık gelen bir tespit sarımına (24A, 24B) elektriksel olarak bağlandığı bir veya daha fazla dirençli paralel bağlamalar (R_{S1}, R_{S2}) içermektedir.

Her tespit elemanı (R_{S1}, R_{S2}), dengesiz akımların (I_G) karşılık gelen bir ölçüm sinyali (V_{M1}, V_{M2}) göstergesi sağlamak için ve karşılık gelen tespit sarımı (24A, 24B) boyunca akan karşılık gelen bir tespit akımını (I_{O1}, I_{O2}) belirlemek için uyarlanmaktadır.

Buluşun bir yapılandırmasına göre (şekil 5'te gösterilmektedir), algılama araçları (2), manyetik çekirdek (21) ve manyetik çekirdek (21) etrafına sarılan tek bir uyarı sarımı (22) içeren bir uyarı devre kesiti (220) ve bu uyarı sarımı boyunca akan bir uyarı akımı (I_E) sağlamak için uyarı sarımına (22) elektriksel olarak bağlanan güç kaynağı (23) içermektedir.

Bu tür bir yapılandırmaya göre, algılama araçları (2), manyetik çekirdek (21) etrafına sarılan bir birinci tespit sarımı (24A) ve birinci tespit sarımına (24A) elektriksel olarak bağlanan bir birinci tespit elemanı (R_{S1}) içeren ve manyetik çekirdek (21) etrafında sarılan bir ikinci tespit sarımı (24B) ve ikinci tespit sarımına (24B) elektriksel olarak bağlanan bir ikinci tespit elemanı (R_{S2}) içeren bir çıkış devre kesiti (240) içermektedir.

Tercihen, birinci ve ikinci tespit elemanları (R_{S1}, R_{S2}), her birinin karşılık gelen tespit sarımı (24A, 24B) ile seri halde elektriksel olarak bağlandığı paralel bağlantı rezistanslarını içermektedir.

Güç kaynağı (23), verilen bir işleyiş noktasında, örneğin, manyetik geçirgenliğin küçük değerlere doğru güçlü bir geçiş gösterdiği bir işleyiş noktasında yani, manyetik çekirdeğin (21) histerezis çevriminin bir pozitif veya negatif doygunluk bölgesine yakın konumlanmış bir işleyiş noktasında manyetik çekirdeği (21) kutuplaştıran uyarı akımı (I_E) sağlamaktadır.

Uyarı akımının (I_E) dolaşmasının bir sonucu olarak, birinci ve ikinci akımlar (I_{O1}, I_{O2}) (uyarı akımına (I_E) ve olası kaçak akımlar (I_{LK}) ve/veya DC akıma (I_F) orantısal bir genliğe sahip) birinci ve ikinci tespit sarımları (24A, 24B) (ve tercihen birinci ve ikinci tespit elemanları (R_{S1}, R_{S2}) boyunca) boyunca sırasıyla dolaşmaktadır.

Tespit sarımlarının (24A, 24B) ve tespit elemanlarının (R_{S1}, R_{S2}) tasarımına bağlı olarak, tespit akımları (I_{O1}, I_{O2}), ihtiyaçlara göre aynı veya farklı olabilmektedir.

Birinci tespit elemanı (R_{S1}), birinci tespit sarımı (24A) boyunca akan bir birinci tespit akımını (I_{O1}) tespit etmektedir ve bir birinci ölçüm sinyali (V_{M1}) sağlamaktadır.

İkinci tespit elemanı (R_{S2}), ikinci tespit sarımı (24B) boyunca akan bir ikinci tespit akımını (I_{O2}) tespit etmektedir ve bir ikinci ölçüm sinyali (V_{M2}) sağlamaktadır.

Birinci ve ikinci gerilim ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}), elektrik hattının (500) iletkenleri arasında

dengesiz bir akımın (I_G) göstergeleridir.

Tercihen, birinci ve ikinci gerilim ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}), karşılık gelen tespit akımları (I_{O1}, I_{O2}) söz konusu paralel bağlantı rezistanslarında aktığında, karşılık gelen paralel bağlantı rezistansları (R_{S1}, R_{S2}) tarafından üretilen gerilim sinyalleridir. Ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}), paralel bağlantı rezistanslarının (R_{S1}, R_{S2}) uç birimlerinde dolaysızla alınabilmektedir.

Yukarıda değinildiği gibi, ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}), frekanstaki (f_E) AC sinyalleridir ve dengesiz akımın (I_G) olası düşük frekanslı ve yüksek frekanslı bileşenlerinin harmonik bir içerik göstergesine sahip olabilmektedir.

Uyarı sarımlarının (24A, 24B) ve tespit elemanlarının (R_{S1}, R_{S2}) tasarımına bağlı olarak, ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}), ihtiyaçlara göre aynı veya farklı olabilmektedir.

Şekil 5'te gösterilen yapılandırmanın olası bir varyantına (gösterilmemektedir) göre, algılama araçları (2), söz konusu tespit sarımına elektriksel olarak bağlanmış, karşılık gelen bir tespit elemanı ve tek bir tespit sarımı içeren bir çıkış devre kesiti içermektedir.

Bu durumda, algılama araçları (2), birinci ve ikinci tespit sinyallerini (V_{LOW}, V_{HIGH}) sağlamak için akımı işleyen filtreleme araçları (3) tarafından alınan dengesiz akımın (I_G) tek bir ölçüm sinyal göstergesini sağlamaktadır.

Buluşun başka yapılandırmalarına göre, çıkış devresi kesiti (240), ayrıca her birinin karşılık gelen bir tespit sarımına (22A, 22B) elektriksel olarak bağlandığı bir veya daha fazla dirençli paralel bağlama (R_{S1}, R_{S2}) içermektedir.

Her tespit elemanı (R_{S1}, R_{S2}), karşılık gelen bir ölçüm sinyalini (V_{M1}, V_{M2}) sağlamak ve karşılık gelen uyarı sarımı boyunca akan bir uyarı akımını (I_E) belirlemek için uyarlanmaktadır.

Buluşun bir yapılandırmasına göre (şekil 6'da gösterilmektedir), algılama araçları (2), manyetik çekirdek (21) ve manyetik çekirdek (21) etrafına sarılan birinci ve ikinci uyarı sarımlarını (22A, 22B) içeren bir uyarı devre kesiti (220) ve bu uyarı sarımı boyunca akan bir uyarı akımı (I_E) sağlamak için uyarı sarımlarına (22A, 22B) elektriksel olarak bağlanan güç kaynağı (23) içermektedir.

Bu tür bir yapılandırmaya göre, algılama araçları (2), birinci uyarı sarımına (22A) elektriksel olarak bağlanan bir birinci tespit elemanı (R_{S1}) içeren ve ikinci uyarı sarımına (22B) elektriksel olarak bağlanan bir ikinci tespit elemanı (R_{S2}) içeren bir çıkış devre kesiti içermektedir.

Tercihen, birinci ve ikinci tespit elemanları (R_{S1}, R_{S2}), her birinin karşılık gelen tespit sarımı (24A, 24B) ile seri halde elektriksel olarak bağlandığı paralel bağlantı rezistanslarını içermektedir. Tespit elemanlarının (R_{S1}, R_{S2}) tasarımına bağlı olarak, gerilim kaynağı (23) tarafından sağlanan uyarı akımları (I_E) ihtiyaçlara göre aynı veya farklı olabilmektedir.

Güç kaynağı (23), verilen bir işleyiş noktasında manyetik çekirdeği (21) kutuplaştıran uyarı akımları (I_E) sağlamaktadır.

Birinci tespit elemanı (R_{S1}), birinci uyarı sarımı (22A) boyunca akan karşılık gelen uyarı akımını (I_E) tespit etmektedir ve bir birinci ölçüm sinyali (V_{M1}) sağlamaktadır.

İkinci tespit elemanı (R_{S2}), ikinci uyarı sarımı (24B) boyunca akan karşılık gelen uyarı akımını (I_E) tespit etmektedir ve bir ikinci ölçüm sinyali (V_{M2}) sağlamaktadır.

Birinci ve ikinci gerilim ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}), elektrik hattının (500) iletkenleri arasında dengesiz bir akımın (I_G) göstergeleridir.

Tercihen, birinci ve ikinci gerilim ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}), karşılık gelen uyarı akımları (I_E) söz konusu paralel bağlantı rezistanslarında aktığında, karşılık gelen paralel bağlantı rezistanslar (R_{S1}, R_{S2}) tarafından üretilmektedir. Ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}), paralel bağlantı rezistanslarının (R_{S1}, R_{S2}) uç birimlerinde dolaylı olarak alınabilmektedir.

Yukarıda değinildiği gibi, ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}), frekanstaki (f_E) AC sinyalleridir ve dengesiz akımın (I_G) düşük frekanslı ve yüksek frekanslı bileşenlerinin harmonik bir içerik göstergesi olabilmektedir.

Uyarı sarımlarının (24A, 24B) ve tespit elemanlarının (R_{S1}, R_{S2}) tasarımına bağlı olarak, ölçüm sinyalleri (V_{M1}, V_{M2}), ihtiyaçlara göre aynı veya farklı olabilmektedir.

Şekil 6'da gösterilen yapılandırmanın olası bir varyantına (gösterilmemektedir) göre, algılama araçları (2), tek bir uyarı sarımı içeren bir uyarı devre kesiti ve söz konusu uyarı sarımına

elektriksel olarak bağlanmış karşılık gelen bir tespit elemanı içeren bir çıkış devre kesiti içermektedir.

Bu durumda, algılama araçları (2), birinci ve ikinci tespit sinyallerini (V_{LOW}, V_{HIGH}) sağlamak için akımı işleyen filtreleme araçları (3) tarafından alınan dengesiz akımın (I_G) tek bir ölçüm sinyal göstergesini sağlamaktadır.

Teknikte uzman kişi, algılama araçları (2) için başka düzenlemelerin mümkün olduğunu anlayacaktır.

Örneğin, algılama araçları (2), elektrik hattının (500) iletkenleri arasında dengesiz bir akımın (I_G) karşılık gelen bir ölçüm sinyali (V_{M1}, V_{M2}) göstergesini sağlamak için karşılık gelen bir manyetik çekirdek, karşılık gelen bir uyarı devre kesiti ve karşılık gelen bir çıkış devre kesiti (yukarıda örneklendirilen çözümlerden birine göre düzenlenebilen) ile her birinin donatıldığı çoklu algılama aşamaları içerebilmektedir.

Başka bir örnek olarak, algılama araçları (2), çoklu güç kaynaklarına sahip bir uyarı kesiti içerebilmektedir, bu güç kaynakların her biri karşılık gelen bir uyarı sarımına bir uyarı akımı (I_E) sağlamaktadır.

Buluşun elektronik cihazı (1) ve yöntemi (100) birçok avantaja sahiptir.

Buluşun yöntemi, bir elektrik hattında (500) tespit edilmiş dengesiz bir akımın örneğin elektrik hattını (500) besleyen AC/DC dönüştürme aşamasının (300) anahtarlama frekansında kaçak akım varlığı gibi meydana gelen arıza durumları veya diğer daha az tehlikeli uygunsuz durumlardan kaynaklanıp kaynaklanmadığının etkili bir şekilde ayrımının yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Bu, elektrik güç dağıtımının istenmeyen veya yanlış kesilmelerini önlemeye yardımcı ettiğinden ve olası bakım müdahalelerinin doğru bir şekilde belirlenmesine olanak sağladığından, bir LVDC elektrik güç dağıtım ağının işleyişinin yönetilmesinde göze çarpan avantajlar sağlamaktadır.

Olası dengesiz akımların (I_G) düşük frekanslı ve yüksek frekanslı bileşenleri hakkındaki bilgiden, bu yüzden elektrik hattının (500) veya bunlara bağlanmış elektrik

sistemleri/aparatların daha uzun süre işletimsel hizmet süresini garanti etmek için uygun bir şekilde faydalanılabilmektedir.

Bir örnek olarak, elektrik hattına (500) hata bildirmek ve elektronik cihazla (1) birlikte çalışması için düzenlenen bir anahtarlama cihazı (150), daha uzun bir süre için kapalı bir durumda kalabilmektedir, bu suretle güvenliği tehlikeye atmadan elektrik hattının (500) ve bunlara bağlanmış elektrik sistemleri/aparatlarının daha uzun zaman işletimsel hizmet süresini garanti etmektedir.

Elektronik cihaz (1), birçok farklı LVDC uygulamasında kolay bir şekilde gömülebilmektedir veya birleştirilebilmektedir.

Bir örnek olarak, elektronik cihaz (1), LVDC elektrik güç dağıtım ağları için RCDler (Artık Akım Cihazları), röleler, kontrol cihazları ve IEDlerde (Akıllı Elektronik Cihazlar - elektrik güç ekipmanının işleyişinin yönetilmesine yönelik cihazlar bazlı elektronik mikrokontrolcü) kolay bir şekilde kullanılabilmektedir.

Başka bir örnek olarak, elektronik cihaz (1), şekil 2'de gösterildiği gibi, bir anahtarlama cihazına (150) gömülebilmektedir.

Bu durumda, elektronik cihaz (1), alarm sinyali WARN'ı göndermek için yapılandırılabilmektedir ve/veya kesme sinyali (TRIP), anahtarlama cihazı (150) ile dahil edilene veya faal olarak ilişkilendirilene kadar bir röle veya kontrol ile gönderilebilmektedir.

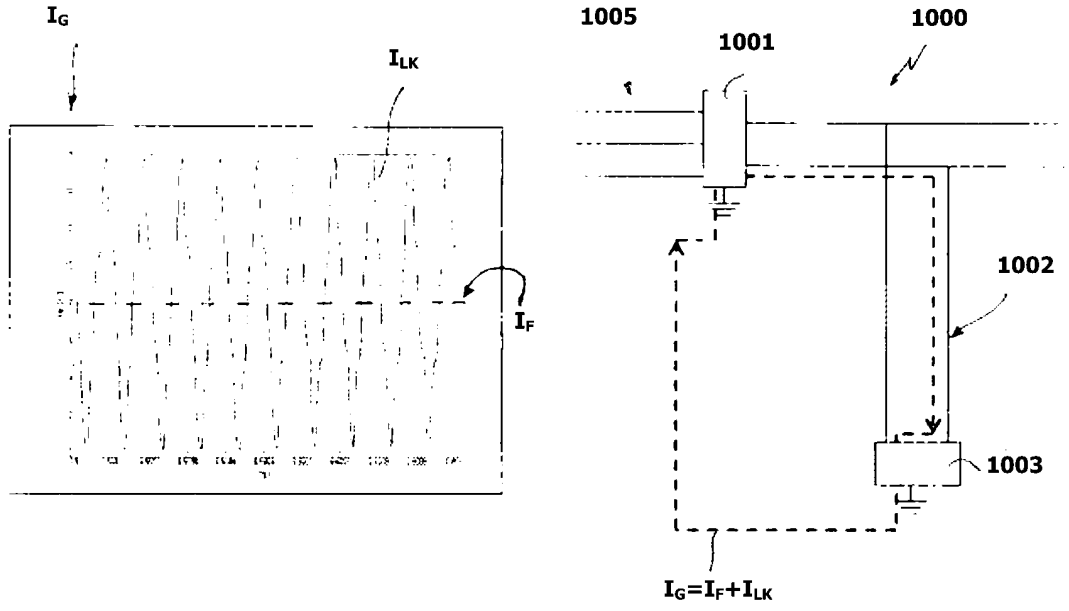
Olası dengesiz akımların (I_G) düşük frekanslı ve yüksek frekanslı bileşenleri hakkındaki bilgiden, koruma cihazları, anahtarlama cihazları, röleler veya benzerleri gibi LVDC elektrik güç dağıtım ağına tahsis edilmiş elektriksel cihazların işlevselliklerini geliştirmek için geleneksel olarak faydalanılabilmektedir.

Bir örnek olarak, elektronik cihazla (1) birlikte bir RCD, söz konusu koruma cihazının işleyişini yönetmek için uygun bir şekilde faydalanılabilen veya ileri akıllı şebeke yönetim işlevselliklerinin uygulanması için gelişmiş tanı işlevsellikleri sağlayabilmektedir. Son durumda, elektronik cihaz (1) tarafından sağlanan bilgi, RCD'nin kurulduğu LVDC elektrik güç dağıtım ağının herhangi bir cihazına düzgün bir iletişim cihazı vasıtasıyla ya da doğrudan kolay bir şekilde haberleşebilmektedir.

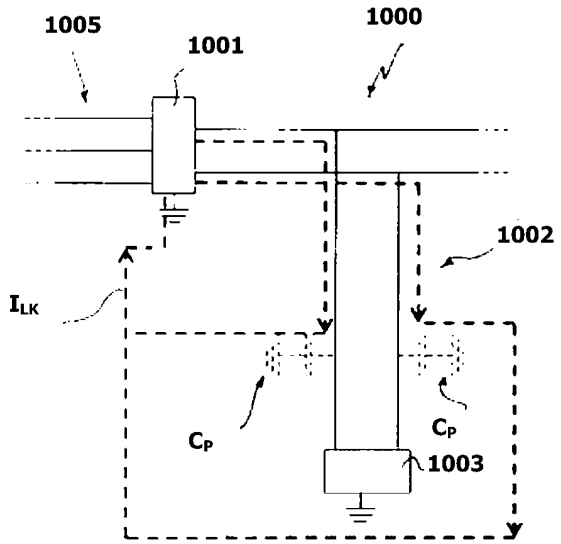
Elektronik cihaz (1), tek başına cihaz olarak kullanılabilmektedir ve uzaktaki cihazlar ile iletişim halinde olabilmektedir. Bu durumda, elektronik cihaz (1) tercihen özerk işleme kaynakları (örneğin, mikrokontrolcüler) ile donatılmaktadır.

Elektronik cihaz (1), dolayısıyla herhangi bir tür LVDC şebekesinde kullanılmak üzere uygun olan kullanımda yüksek esneklik ile karakterize edilmektedir.

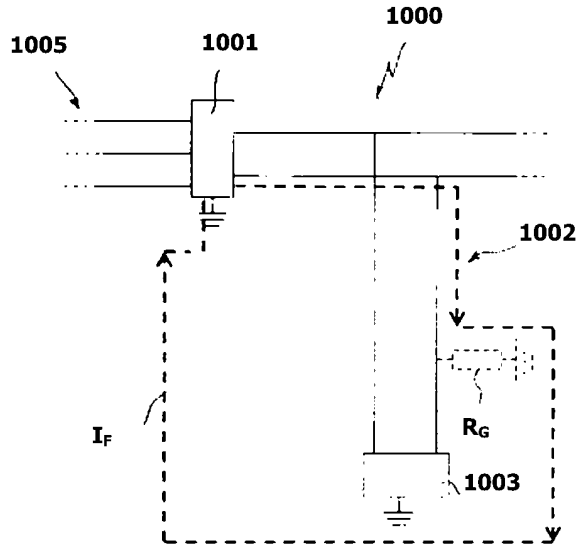
Elektronik cihazın (1) endüstriyel seviyede uygulanması ve/veya üretilmesi kolay ve ucuzdur.



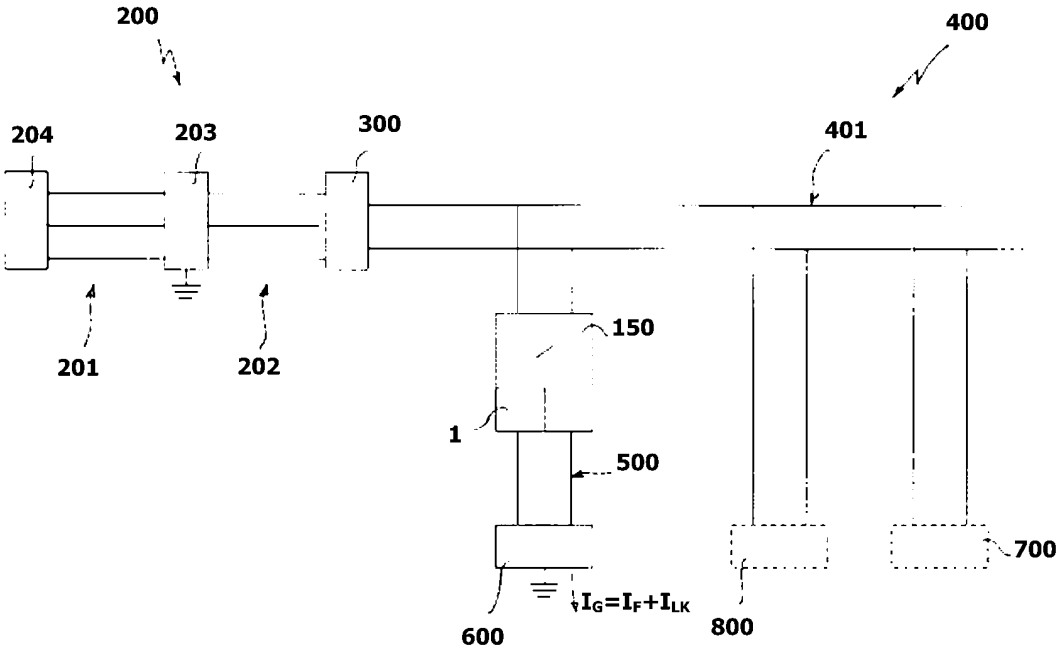
ŞEKİL 1A



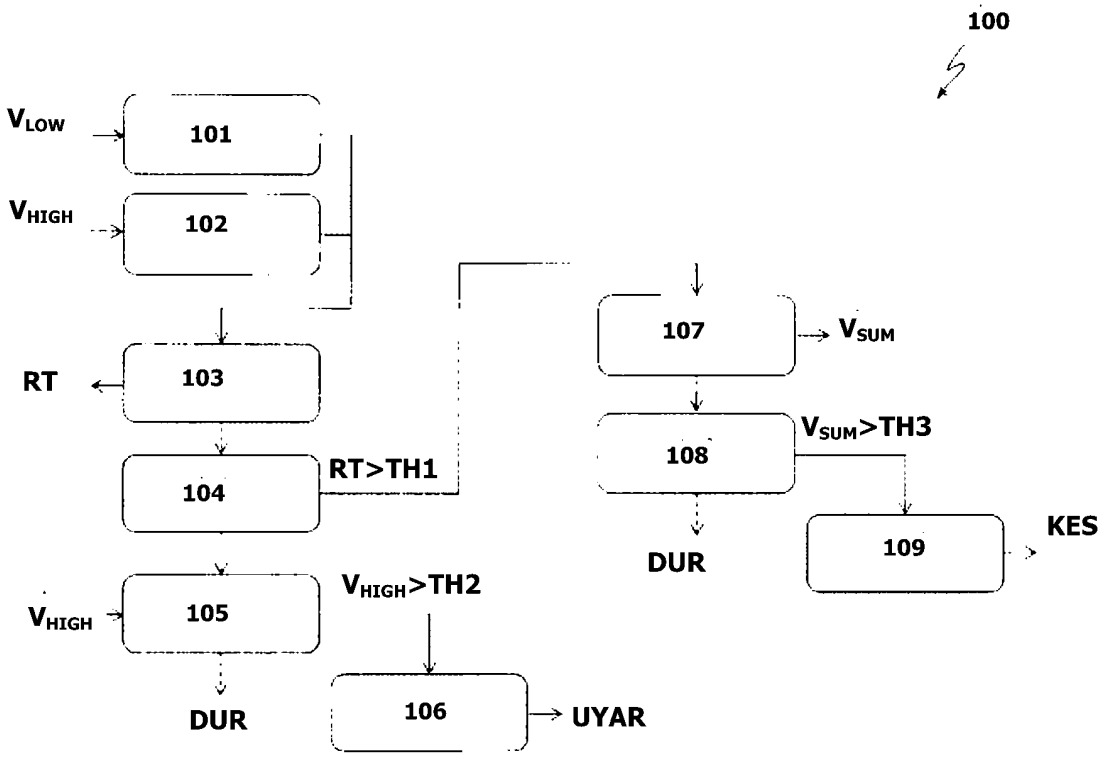
ŞEKİL 1B



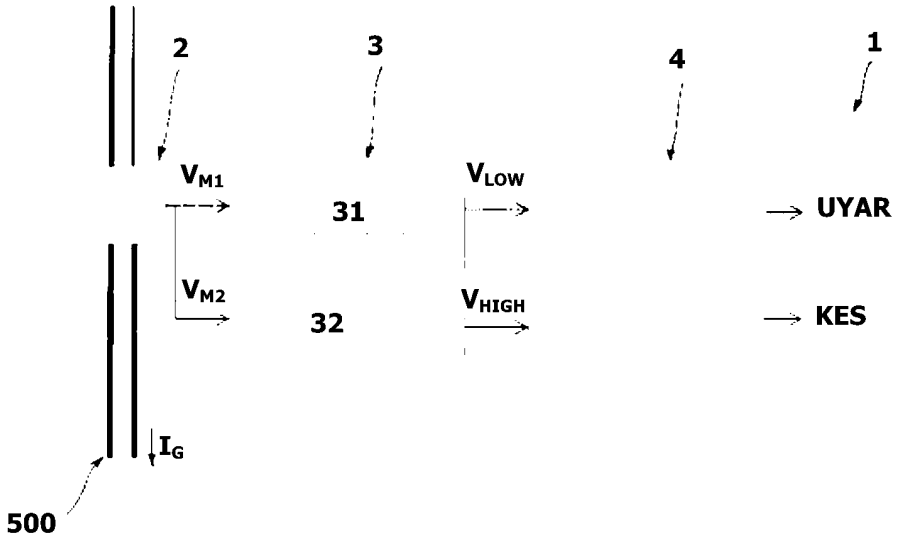
ŞEKİL 1C



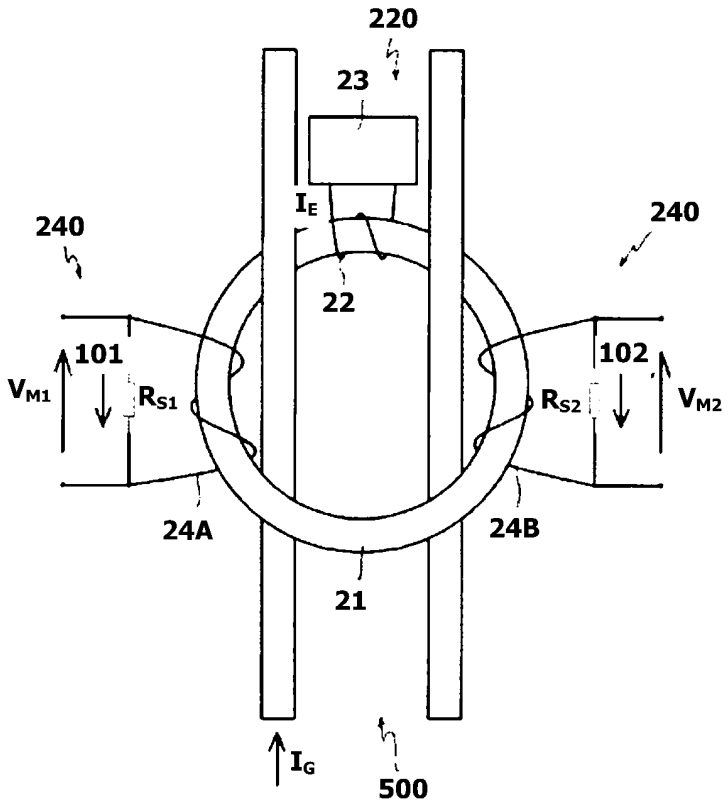
ŞEKİL 2


100
V_{LOW}
101
V_{HIGH}
102
RT
103
104
RT>TH1
V_{HIGH}
105
DUR
V_{HIGH}>TH2
106
UYAR
107
V_{SUM}
V_{SUM}>TH3
108
DUR
109
KES

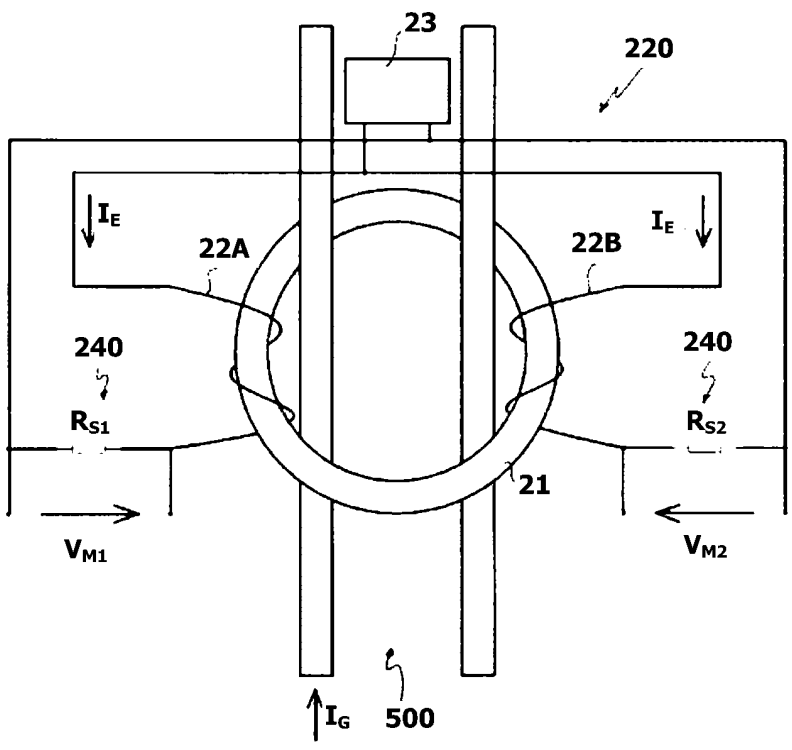
ŞEKİL 3



ŞEKİL 4



ŞEKİL 5



ŞEKİL 6