

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01F 30/12

H01F 30/10 H01F 27/28



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02146646.7

[43] 公开日 2004 年 5 月 5 日

[11] 公开号 CN 1494094A

[22] 申请日 2002. 11. 1 [21] 申请号 02146646. 7
[71] 申请人 尤大千
地址 300222 天津市河西区黑牛城道富达里 4
门 405 号
[72] 发明人 尤大千

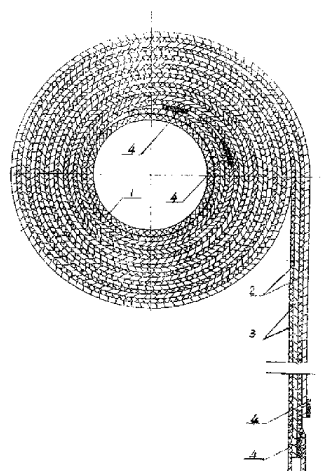
[74] 专利代理机构 天津才智专利商标代理有限公司
代理人 马俊芳

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 11 页

[54] 发明名称 防雷击防干扰容性变压器

[57] 摘要

本发明是防雷击防干扰容性变压器。 本发明属于配电用、整流用和电子设备电源用的变压器。其结构是：该变压器的一个电压侧的每一相铁心柱上的绕组或不同电压侧的每一相铁心柱上的绕组可以用互相绝缘的两组金属箔迭在一起并绕起来成为两个同心线圈，即为箔式双迭绕组构成，而该两个同心线圈的每个线圈都分别与同一电压侧的另一相铁心柱上绕组的两个同心线圈之一串联；也可以是用上述箔式双迭绕组和用带绝缘的导体绕成一个同心线圈即单迭绕组连接构成。 优点是：变压器绕组自身具有很大的并联电容容量，可减少电网中无功功率补偿装置。 能更有效防雷击防干扰。 提高电网单相短路时短路保护的灵敏度。



1. 一种防雷击防干扰容性变压器，其结构包括有铁心，其特征在于该变压器的一个电压侧的每一相铁心柱上的绕组或不同电压侧的每一相铁心柱上的绕组用互相绝缘的两组金属箔迭在一起并绕成为两个同心线圈成为箔式双迭绕组，同时两个同心线圈的每个线圈分别与同一电压侧的另一相铁心柱上绕组的两个同心线圈之一串联。

2. 根据权利要求 1 所述的变压器，其特征在于变压器的一个电压侧的另一相铁心柱上的箔式双迭绕组或不同电压侧的每一相铁心柱上的箔式双迭绕组和用带绝缘的导体绕成的单迭绕组连接构成带延边的接线绕组。

3. 根据权利要求 1 所述的变压器，其特征在于变压器可以为三相变压器或单相变压器。

4. 根据权利要求 1 或 3 所述的变压器，其特征在于三相变压器同一电压侧的每相铁心柱上均有一个箔式双迭绕组，将三个箔式双迭绕组的六个线圈接成如下 Z 形接线：第一相绕组的第一线圈首端同第三相绕组的第二线圈首端相连；第二相绕组的第一线圈首端同第一相绕组的第二线圈首端相连；第三相绕组的第一线圈首端同第二相绕组的第二线圈首端相连；三相绕组的第一线圈尾端连接起来成中性点端子，三相绕组的第二线圈尾端分别作为相线端子。

5. 根据权利要求 1 或 3 所述的变压器，其特征在于三相变压器同一电压侧的每相铁心柱上均有一个箔式双迭绕组，将三个箔式双迭绕组的六个线圈接成如下六角形（) 接线：第一相绕组的第一线圈首端同第三相绕组的第二线圈首端相连；第三相绕组的第二线圈尾端同第二相绕组的第一线圈尾端相连；第二相绕组的第一线圈首端同第一相绕组的第二线圈首端相连；第一相绕组的第二线圈尾端同第三相绕组的第一线圈尾端相连；第三相绕组的第一线圈首端同第二相绕组的第二线圈首端相连；第二相绕组的第二线圈尾端同第一相绕组的第一线圈首端相连；从三个不相邻的连接点引出相线端子。

6. 根据权利要求 1 或 3 所述的变压器，其特征在于单相变压器同一电压侧的一相铁心柱上有一个箔式双迭绕组。该箔式双迭绕组的两个线圈是按电势迭加原则串联起来，将其首尾两端作为外接端子的。

7. 根据权利要求 1 或 3 所述的变压器，其特征在于单相变压器同一电压侧的一相或两相铁心柱上有两个箔式双迭绕组，两个箔式双

迭绕组的四个线圈按如下接线方式连接：按电势迭加原则，第一绕组的第一线圈同第二绕组的第一线圈串联后，再同第一绕组的第二线圈串联，然后再同第二绕组的第二线圈串联，首尾两个端子作为外接端子。

8. 根据权利要求 2 或 4 所述的变压器，其特征在于三相变压器同一电压侧每相铁心柱上有一个箔式双迭绕组和一个单迭绕组，并按如下接线方式连接：其三相箔式双迭绕组的六个线圈接成如权利要求 4 所述的 Z 形接线方式，在该 Z 形接线绕组的三个外接端子上串联一个单迭绕组，使每个单迭绕组的电势向量同与其串联的该相两个箔式双迭绕组线圈之一的电势向量相位角一致，单迭绕组的另一端作为相线端子。

9. 根据权利要求 2 或 5 所述的变压器，其特征在于三相变压器同一电压侧每相铁心柱上有一个箔式双迭绕组和一个单迭绕组，并按如下接线方式连接：其三相箔式双迭绕组的六个线圈接成六角形接线方式，在其三个不相邻的连接端子上各串联一个单迭绕组，使各单迭绕组的电势向量分别指向该连接端子与电势向量图六角形中心点连线的外延线方向，单迭绕组的另一端作为相线端子。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的变压器，其特征在于三相变压器同一电压侧每相铁心柱上有一个箔式双迭绕组和一个单迭绕组，并按如下接线方式连接：其三相箔式双迭绕组的第一线圈连接成三角形接线方式，分别将箔式双迭绕组的第二线圈与同一相铁心柱上的单迭绕组同相位串联后，将各第二线圈的尾端与不同相铁心柱上箔式双迭绕组的两个第一线圈的连接点相连接，三个单迭绕组的另一端作为相线端子。

11. 根据权利要求 2 或 6 所述的变压器，其特征在于三相变压器同一电压侧每相铁心柱上有两个箔式双迭绕组和一个单迭绕组，按如下接线方式连接：两组三相箔式双迭绕组中的六个线圈接成六角形接法，另六个线圈接成三组由两个不同相线圈串联起来的折边，分别串接在六角形绕组的三个顶点与三个延边单迭绕组之间，构成 Z 形延边六角形接线，每一个箔式双迭绕组的两个线圈之一接在六角形绕组中，另一个接在 Z 形延边中。

12 根据权利要求 2 或 6 所述的变压器，其特征在于单相变压器同一电压侧一相铁心柱上有一个箔式双迭绕组和一个或两个单迭绕组，该箔式双迭绕组的两个线圈按电势迭加原则串联后再同单迭绕组串

联，该单迭绕组可为一段，也可分成两段或多段，串接在箔式双迭绕组的两个电源侧。

13. 根据权利要求 2 或 6 所述的变压器，其特征在于单相变压器同一电压侧一相或二相铁心柱上有两个箔式双迭绕组和一个或两个单迭绕组，按如下接线方式连接：两个箔式双迭绕组的四个线圈按电势迭加的原则交叉连接，再同单迭绕组串联，该单迭绕组可为一段，也可分成两段或多段，串接在箔式双迭绕组的两个电源侧。

防雷击防干扰容性变压器

技术领域

本发明属于配电用、整流用和电子设备电源用的变压器。

背景技术

目前,三相变压器绕组的接法无外乎 Y (包括 Y_0) 接, Δ 接和 Z (包括 Z_0) 接三种方式。

对于高压电网中向用户供电的三相双卷配电变压器,当二次低压电网采用三相四线制 (TN—S 或 TN—C—S) 系统配电时,常用的接线方式有 Y/ Y_0 和 Δ/Y_0 二种。其中 Y/ Y_0 接线方式的变压器相对制造成本较低。但零序阻抗较大。当二次侧发生单相接地短路时,短路电流较小,降低了短路保护装置的灵敏度。同时,当二次侧三相用电负荷不对称,产生较大零序电流或用电负荷中含有较大的零序谐波电流时,将会在磁路中产生较大的附加功率损耗,引起磁路发热,降低变压器的输出功率,并增加电能消耗。而且还会在一次侧感应出零序电势和零序谐波电势,污染一次电网。 Δ/Y_0 接线方式的变压器,零序阻抗接近正序阻抗和负序阻抗,不会明显降低二次侧单相接地短路时短路保护装置的灵敏度,其零序基波和谐波电流在 Δ 接绕组中产生环流,仍会引起附加铜损,但比起 Y/ Y_0 接线方式零序附加铁损要小。上述两种接线方式的变压器防雷性能较差。尤其是 Y/ Y_0 接线方式。当雷电进行波 (包括直击雷和感应雷) 沿着低压线路通过 Y_0 接变压器绕组而入地时,由于其频率和峰值均很高,通常在三相电路中又是同相位的,会在高压绕组中感应出极高的过电压,危及高压电气设备,并容易引起 Y 接绕组中性点击穿。Z 形或 Z_0 形接线方式。即把同一电压侧或不同电压侧的每个绕组分成二个独立绕制的线圈,每个线圈按一定顺序分别同另一相的线圈之一串联。当同相位的雷电进行波沿着低压线路通过 Z_0 接线的变压器二次绕组入地时,每个铁心柱上两个线圈中通过的电流是反向的,因此由该电流产生的铁心柱中的合成磁通为零,就不会在一次绕组中感应出高电压,从而消除了雷害。同理,零序的高次谐波电流通过 Z_0 接线绕组时,也不会在一次 Y 接线绕组中感应出零序电势或在 Δ 接线绕组中产生环流。

对于二次为中性点不接地系统 (IT) 的配电变压器,以及其他各种用途的三相隔离变压器,整流变压器和电子设备的电源变压器等,

其绕组的接线方式则基本上都是采用 Δ 接或Y(Y_0)接的不同组合方式。

单相变压器,除了铁心形式有“□”字形和壳式之分,绕组采用线绕、箔绕之分外,更没有什么特殊的结构形式,也谈不上什么防干扰、防雷击特殊措施。

上述各种不同用途、不同绕组接法的变压器,都存在着一些不可克服的缺点。

其一,当三相变压器一次输入或二次输出为对称负荷,各相基波电流数值相同,且相位差为 120° 时,各相三次谐波及其三倍频率的谐波电流(包括三、六、九……各次)才成为同相位的数值相等的电流,才能称之为零序谐波电流。如果各相基波电流数值不等,或其相位差不是 120° 时(例如二相间用电设备产生的谐波电流)则各相的三次及其三倍频率的谐波电流就不会是同相位、数值相等的了,就不能称之为零序谐波电流(同理,对谐波电势、电压也一样)。对于这种非对称的三次及其三倍频率的谐波电流,仍然可以分成正序、负序、零序三种分量。无论变压器采用上述任何一种组合接线方式,只能对零序的高次谐波电流或电势起到一定的抑制作用。而对于正序或负序(包括三、五、七各次)的各种高次谐波则起不到抑制作用(不考虑变压器阻抗的抑制作用)。

其二,现有各种变压器,每相每侧绕组无论是线绕还是箔绕,是由一个线圈还是二个线圈组成,其每个线圈都是独立绕制,变压器均呈感性。其感性无功损耗远大于有功损耗。而电网中绝大多数负载亦均为感性负载。因而变压器的接入只能增加整个电力系统的无功消耗,降低电网的功率因数,增加由此而引起的有功损耗。单层箔式绕组,虽然每匝线圈之间存在匝间电容,由于匝间电压很低,所以其电容量是很小的,通常忽略不计。所以电力部门均要求用电单位增加无功功率补偿装置,以改善其功率因数,由此而增加的电网投资是十分可观的。

也曾有人提出过,配电变压器的低压绕组采用箔式线圈,将线圈的金属箔同另一附加的金属箔之间加上绝缘层后进行并绕,形成一组很大的电容,通过改变两个并绕箔式线圈的抽头连接,来变换两层铜箔之间的电压,从而实现电容容量的调节。这种做法尽管可以使变压器由感性变成容性,靠它来部分补偿低压电网中的感性无功功率,然而却存在明显的不合理性,如:

(1) 将附加的铜箔和绝缘层加入变压器的绕组中, 将大大增加绕组和铁心的尺寸, 用料和成本, 并使变压器的各项参数, 性能变坏, 损耗加大。由附加电容所获得的无功功率补偿所获得的好处却被增加了变压器内部的铜损、铁损所抵消。

(2) 配电变压器本身是一个电源设备, 对可靠性要求很高。而电容器是可靠性不太高的附属设备, 其对绝缘的要求, 也较变压器为低。将其附加到变压器内部, 徒然降低了变压器的可靠性。

还有人提出将同一电压侧的每相绕组用互相绝缘的两组金属箔并绕成两个同心线圈, 将其首尾串联起来。于是该相绕组的两层金属箔所形成的电容极板间便加上 $1/2$ 相电压, 从而获得很大的电容容量, 可改善电网的功率因数。

然而该电容是串联在相绕组中的, 是同每相电感部分串联的, 起到减小变压器感抗的作用。通常补偿电容应为并联电容。串联电容只能对雷电波、干扰波产生放大导通的作用, 是不利于防雷击防干扰的。同时串联电容减小了变压器的阻抗压降, 会增大短路电流, 并对开关设备和保护装置整定产生不利影响。

发明内容

本发明的目的在于克服上述技术的不足, 提供一种依靠变压器自身的绕组结构, 来获得很大的并联电容容量, 使之呈现超前的功率因数。并能有效地双向抑制雷电进行波和高次谐波, 大幅度提高电网中电气设备、电子设备的防雷性能和电磁兼容性能。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案是: 一种防雷击防干扰容性变压器, 其结构包括有铁心, 该变压器的一个电压侧的每一相铁心柱上的绕组或不同电压侧的每一相铁心柱上的绕组可以用互相绝缘的两组金属箔迭在一起并绕起来成为两个同心线圈, 即为箔式双迭绕组。而该两个同心线圈的每个线圈都分别与同一电压侧的另一相铁心柱上的绕组的两个同心线圈之一串联; 该变压器的一个电压侧的绕组或不同电压侧的绕组也可以用上述箔式双迭绕组和用带绝缘的导体绕成一个线圈即单迭绕组连接构成带沿边的绕组

这种变压器可以为三相变压器或单相变压器。

本发明的优点是:

(1) 变压器绕组自身具有很大的并联电容容量, 能够减少电网中无功功率补偿装置的数量与投资。

(2) 当同相位的零序基波电流或高次谐波电流流过六角形

或(Z) Z_0 接法绕组时,在每一绕组的两个线圈中的电流方向是相反的。因此该电流在铁心中生成的合成磁势为零,不会在另一侧绕组中产生零序电势或零序环流;同时,每相绕组两个线圈的电势相位差为 60° ,三倍频率时的相位差则为 180° ,成反向而互相抵消,能有效地消除零序奇次谐波电势。从而抑制住了电网中最主要的干扰谐波成分。

(3). 箔式双迭绕组结构,每一匝线圈都存在电感和相间并联电容,形成了如图5所示的大容量分布式自耦合 L—C 级联滤波电路。由于每匝线圈的电感基本相等,而每匝线圈的直径不同,使电容值有所不同,因而又形成了一个具有不同谐振频率的级联宽带谐振电路。只要适当地设计调整各电压侧绕组的电感 L 和电容 C 的参数匹配,就可以获得针对所想要抑制的某次谐波的谐振频率(带)。于是,对于那些靠上述绕组接线方式所不能消除的余下的非零序的各次主要干扰谐波电势和电流,就能凭此而得到有效抑制,并避免反而引起谐波放大;二者,也能避免高频电流从单一的有感滤波电容两端滑过的现象,三者,还能防止铁磁谐振。

(4). 能更有效地隔离同相位的雷电进行波。

(5). 能使变压器的零序电抗为零,从而提高电网单相短路时短路保护的灵敏度,并消除零序基波和谐波的附加损耗。

附图说明

图1是本发明箔式双迭绕组结构示意图;

图2a是本发明Z形绕组连接方式示意图;

图2b是图2a连接方式的电势向量图;

图3a是本发明六角形绕组连接方式示意图;

图3b是图3a连接方式的电势向量图;

图4a是本发明双三角形绕组连接方式示意图;

图4b是图4a连接方式的电势向量图;

图5是L—C级联滤波等效电路图;

图6a是本发明单相变压器单箔式双迭绕组连接方式示意图;

图6b是本发明单相变压器双箔式双迭绕组连接方式示意图;

图7a是本发明延边Z形绕组连接方式示意图;

图7b是图7a连接方式的电势向量图;

图8a是本发明延边六角形绕组连接方式示意图;

图8b是图8a连接方式的电势向量图;

图 9 a 是本发明延边三角形绕组连接方式示意图;

图 9 b 是图 9 a 连接方式的电势向量图;

图 10 a 是本发明 Z 形延边六角形绕组连接方式示意图;

图 10 b 是图 10 a 连接方式的电势向量图;

图 11a 是本发明延边双三角形绕组连接方式示意图;

图 11b 是图 11a 连接方式的电势向量图;

图 1 2 a 是本发明单相变压器单侧延边单箔式双迭绕组连接方式示意图;

图 1 2 b 是本发明单相变压器单侧延边双箔式双迭绕组连接方式示意图;

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明进一步详述:

首先对变压器低压绕组进行说明。

图 1 所示是本发明绕组的结构。本发明是将一层绝缘层 3、一层金属箔 2, 又一层绝缘层 3、又一层金属箔 2 互相隔离迭合起来, 卷绕在内绝缘筒 1 上 (此内绝缘筒 1 也可由首层绝缘层 3 本身形成)。卷绕完毕再在绕组外层金属箔 2 表面包上外绝缘层 3。(也可以将金属箔 2 放在最里层, 卷绕后外层的绝缘层 3 自然形成绕组的外绝缘层, 再适当包覆加强绝缘材料)。每个线圈两端分别引出接线端子 4。还可根据需要引出不同数量的中间抽头的接线端子 4。绕组的绝缘层 3 可以采用有机或无机材料的纸或膜, 也可以在金属箔 2 表面涂覆绝缘层或用化学处理形成绝缘层 3。以下简称这种结构的绕组为箔式双迭绕组。在这两个线圈之间就存在电容 C。然后按以下三种基本接线方式连接起来:

图 2a 所示为 Z (Z_0) 形接线方式。通常接在三相四线制或三相五线制系统一侧的绕组采用此种接法。同一电压侧的变压器每相铁心柱上均有一个箔式双迭绕组, 将三个箔式双迭绕组的六个线圈按如下接线方式连接: 即第一相绕组的第一线圈首端 A_1 同第三相绕组的第二线圈首端 C_2 相连; 第二相绕组的第一线圈首端 B_1 同第一相绕组的第二线圈首端 A_2 相连; 第三相绕组的第一线圈首端 C_1 同第二相绕组的第二线圈首端 B_2 相连; 将第一、第二、第三三个绕组的第一线圈尾端 X_1 、 Y_2 、 Z_1 相连作为中性点端子。将第一、第二、第三三个绕组的第二线圈尾端 X_2 、 Y_2 、 Z_2 作为相线端子。或者按另一方向, A_1 接 B_2 、 B_1 接 C_2 、 C_1 接 A_2 。而 X_1 、 Y_1 、 Z_1 和 X_2 、 Y_2 、 Z_2 也可以互相调换其连接方式和引出

方式。

从图 2b 电势向量图中可以看出, 当接通电源后, 在线圈 A_1X_1 和 A_2X_2 、 B_1Y_1 和 B_2Y_2 、 C_1Z_1 和 C_2Z_2 之间, 即电容 C 的两个极板间就存在很高的电压, 其值等于系统相电压 U_{X1A1} 。该侧三相绕组的总的并联电容容量为 $Q_C = 3U_{X1A1}^2 / X_C$ (X_C 为该电网频率下的容抗)。不难看出, 只要合理设计铁心尺寸以及线圈匝数、金属箔的宽度厚度和绝缘厚度; 就可以获得足够大的电容容量, 使变压器成为一个容性元件。

图 3a 所示为六角形 () 接线方式。通常接在三相三线制系统一侧的绕组可采用此种接法。变压器同一电压侧的每相铁心柱上均有一个箔式双迭绕组, 将三个箔式双迭绕组的六个线圈按如下接线方式连接: 即第一相绕组的第一线圈首端 A_1 同第二相绕组的第二线圈首端 C_2 相连; 第三相绕组的第二线圈尾端 Z_2 同第二相绕组的第一线圈尾端 Y_1 相连; 第二相绕组的第一线圈首端 B_1 第一相绕组的第二线圈首端 A_2 相连; 第一相绕组的第二线圈尾端 X_2 同第三相绕组的和线线圈尾端 Z_1 相连; 第三相绕组的第一线圈首端 C_1 同第二相绕组的第二线圈首端 B_2 相连; 第二相绕组的第二线圈尾端 Y_2 同第一相绕组的第一线圈尾端 X_1 相连。或者按另一方向, A_1 接 B_2 , Y_2 接 Z_1 , C_1 接 A_2 , X_2 接 Y_1 , B_1 接 C_2 , Z_2 接 X_1 。从任意三个不相邻的连接点引出相线端子。

从图 3b 电势向量图中可以看出, 当接通电源后, 在线圈 A_1X_1 与 A_2X_2 、 B_1Y_1 与 B_2Y_2 、 C_1Z_1 与 C_2Z_2 之间, 即电容的两极板之间的电压为系统线电压 U_{L1L2} 。众所周知, 电网线电压为相电压的 $\sqrt{3}$ 倍。而电容容量是与其极板之间所加电压的平方成正比。假设六角形 () 接法和 Z 形接法两个绕组的电容 C 相等的话, 前者比后者的电容容量要大 3 倍。更何况通常六角形 () 接线的绕组要比 Z 接线的绕组匝数多, 实际的电容容量比会超过 3 倍。

图 4a 所示为双三角形接线方式。当变压器二次侧向六相桥式整流装置或电动机供电时可采用此种接法。变压器同一电压侧的每相铁心柱上各有一个箔式双迭绕组。将此箔式双迭绕组的各相第一组线圈按正序连接成三角形接线: 即 A_1 接 Y_1 , B_1 接 Z_1 , C_1 接 X_1 。将此箔式双迭绕组的各相第二组线圈按负序连接成三角形接线: 即 A_2 接 Z_2 , B_2 接 X_2 , C_2 接 Y_2 。将两组三角形绕组的六个顶点 $A_1(Y_1)$, $A_2(Z_2)$, $B_1(Z_1)$, $B_2(X_2)$, $C_1(X_1)$, $C_2(Y_2)$ 作为外接端子。

图 4b 为图 4a 接线方式的电势向量图。每个箔式双迭绕组的两个线圈所形成的电容两极板间所加电压为每相线圈电势的 $1/\sqrt{3}$ 。也能

获得较大的并联电容容量。

在具体应用中,可以根据不同的系统型式、电压等级和负荷特性采取恰当的变压器接线组合方式,把上述两种绕组结构型式和接线方式用于变压器的某一侧或双侧,以期达到最理想的使用效果。

图 6a 所示,在单相变压器同一电压侧的一相铁心柱上有一个箔式双迭绕组,将该箔式双迭绕组的两个线圈按电势迭加原则串联起来,即 A_1 接 X_2 , 首尾两个端子 A_2 , X_1 作为外引接线端子。于是,该两线圈之间就存在电容,电容两极板间所加电压为 $1/2U_{L1L2}$ (U_{L1L2} 为电源电压)。从而获得较大的并联电容容量 Q_c 。

图 6b 所示,在单相变压器同一电压侧的一相或二相铁心柱上有两个箔式双迭绕组 A 和 B; 每一个绕组又分成两个线圈。于是,该两线圈之间就存在电容。绕组 A 和 B 分别套在“口”字型或“日”字形铁心的两个边柱上,或者套在“日”字形铁芯的中柱上。然后按电势迭加的原则,第一绕组的第一线圈同第二绕组的第一线圈串联后,再同第一绕组的第二线圈串联,然后再同第二绕组的第二线圈串联,首尾两个端子作为外引接线端子。如第一绕组第一线圈的首端 A_1 同第二绕组第一线圈的尾端 Y_1 相连; 第二绕组第一线圈的首端 B_1 同第一绕组第二线圈尾端 X_2 相连; 第一绕组第二线圈的首端 A_2 同第二绕组第二线圈的尾端 Y_2 相连; 将第一绕组第一线圈的尾端 X_1 和第二绕组第二线圈的首端 B_2 作为外引接线端子。这样,加在电容两个极板上的电压等于 $1/2U_{L1L2}$ (U_{L1L2} 为电源电压)。从而获得较大的并联电容容量 Q_c 。

这种单相绕组接法本身虽不能消除谐波,但合理设计、调整绕组的并联电容和电感,可以部分抑制干扰谐波和吸收雷电进行波,并改善功率因数。比起现有的单相变压器来具有明显的优点。

其次,对变压器高压绕组进行说明。

如果将高压绕组简单套用上述三相 Z 形或六角形接线或单相的箔式双迭绕组结构,则其电容两极之间的电压将分别为电网的相电压或线电压。为使绝缘能承受如此高的电压,势必增加其厚度而使绕组尺寸、用料、成本大大增加,乃是不可行的。为此,本发明提供了六种技术方案。其共同特点是,每相铁心柱的高压绕组分成箔式双迭绕组和单迭绕组(箔绕或线绕均可)两个部分。可采用以下六种接线方式:

第一种如图 7a 所示,为延边 Z 形接线。三相变压器同一电压侧

每相铁心柱上有一个箔式双迭绕组和一个单迭绕组，并按如下接线方式连接：其三相箔式双迭绕组的六个线圈接线方法同图 2 a Z 形接法完全相同。只是在 Z 形接线绕组的三个外接端子 X_2 ， Y_2 ， Z_2 上再串联一组单迭绕组。如将 X_2 接 A_3 ， Y_2 接 B_3 ， Z_2 接 C_3 。单迭绕组的另一端 X_3 ， Y_3 ， Z_3 作为相线外接端子。而其电势向量图则如图 7b 所示。也可以将 X_2 接 Y_3 ， Y_2 接 Z_3 ， Z_2 接 X_3 。 A_3 ， B_3 ， C_3 作外接端子。绕组连接的原则是：所连接的每个单迭绕组的电势向量同与其串联的该相两个箔式双迭绕组线圈之一的电势向量相位角一致。当电网要求在变压器该侧绕组有接地中心点时，宜采用此种接线。其优点与 Z 形接线基本相同，只是大部分电压为延边单迭绕组所承担，因而加在箔式双迭绕组两个线圈所构成的电容两极板间的电压大大降低了。

第二种如图 8a 所示，为延边六角形接线。三相变压器同一电压侧每相铁心柱上有一个箔式双迭绕组和一个单迭绕组，并按如下接线方式连接：其三相箔式双迭绕组的六个线圈接成如图 3 a 六角形接线方式，只是在其六个线圈的三个不相邻的连接端子上各串联一个单迭绕组，使各单迭绕组的电势向量分别指向该连接端子与电势向量图六角形中心点连线的外延线方向，如图 8b 的实施例所示，即 X_1 同 Z_3 相连； Y_1 同 X_3 相连； Z_1 同 Y_3 相连。三个单迭绕组的另一端 A_3 ， B_3 ， C_3 作为相线端子。这种接法的优缺点同六角形接线基本相同，只是大部分电压为延边单迭绕组所承担，因而加在箔式双迭绕组两个线圈所构成的电容两极板间的电压大大降低了。

第三种如图 9a 所示，为延边三角形接线。三相变压器同一电压侧每相铁心柱上有一个箔式双迭绕组和一个单迭绕组，并按如下接线方式连接：其三相箔式双迭绕组的第一线圈连接成三角形接线方式，如将 A_1 接 Y_1 ， B_1 接 Z_1 ， C_1 接 X_1 。分别将箔式双迭绕组的第二线圈与同一相铁心柱上的单迭绕组同相位串联后，将各第二线圈的尾端与不同相铁心柱上箔式双迭绕组的两个第一线圈的连接点相连接，如将单迭绕组的尾端 X_3 ， Y_3 ， Z_3 分别同双迭绕组的首端 A_2 ， B_2 ， C_2 相连后，再将双迭绕组的三个尾端 X_2 ， Y_2 ， Z_2 分别同 Z_1 ， X_1 ， Y_1 相连。三个单迭绕组的另一端 A_3 ， B_3 ， C_3 作为相线端子。图 9b 所示为该接线方式的电势向量图。这种接线方式具有三角形接线的基本特点。只是大部分电压为延边单迭绕组单迭绕组所承担，因而加在箔式双迭绕组两个线圈所构成的电容两极板间的电压大大降低了。

第四种如图 10a 所示，为 Z 形延边六角形接线。三相变压器同一

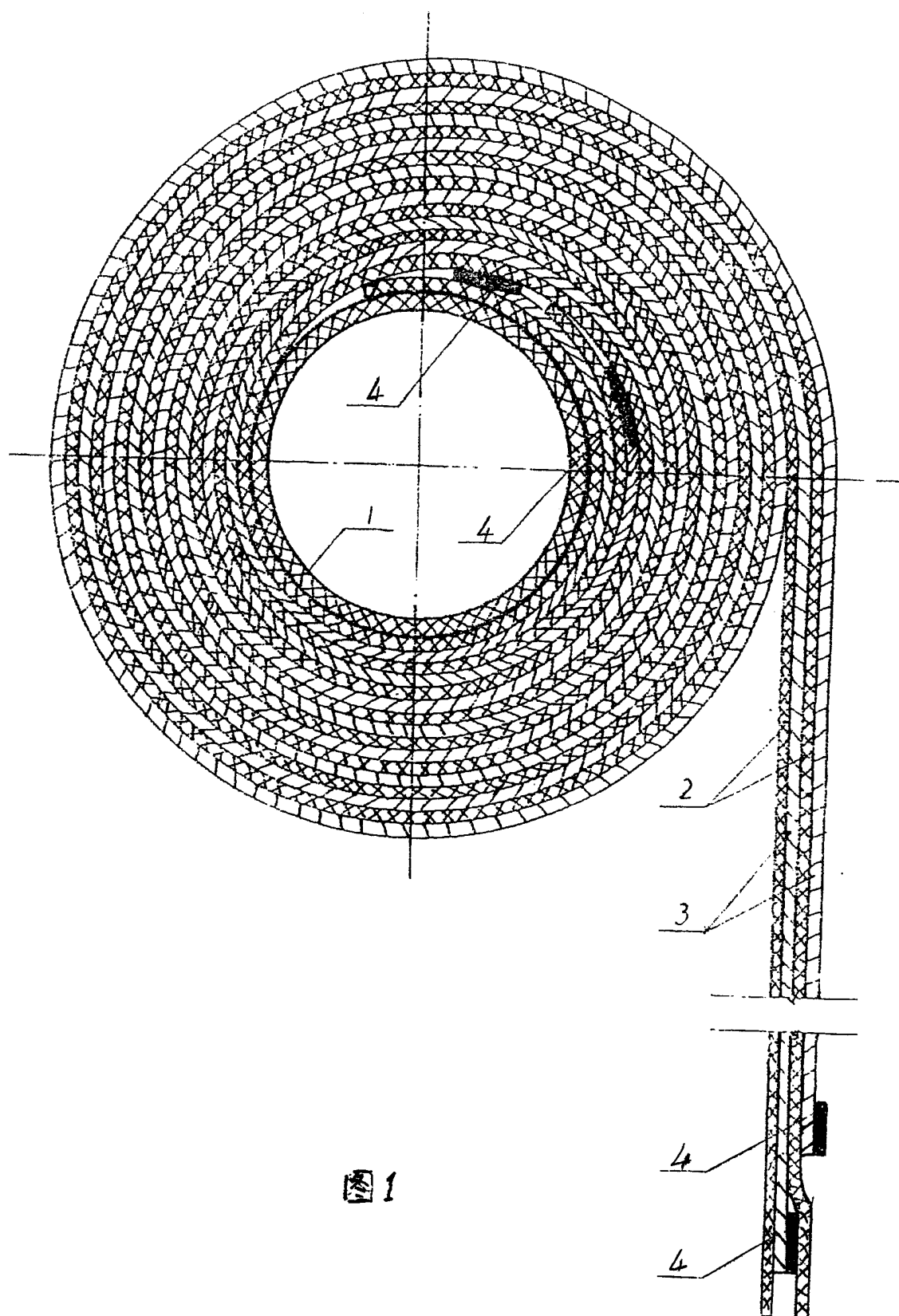
电压侧每相铁心柱上有两个箔式双迭绕组和一个单迭绕组，按如下接线方式连接：两组三相箔式双迭绕组中的六个线圈接成六角形接法，如 A1 接 C1，Z1 接 Y1，B1 接 A3，X3 接 Z3，C3 接 B3，Y3 接 X1。另六个线圈接成三组由两个不同相线圈串联起来的折边，A2 接 C2，B2 接 A4，C4 接 B4，分别串接在六角形绕组的三个顶点与三个延边单迭绕组之间，X2 接 Z1，Z2 接 X5，Y2 接 Z3，X4 接 Y5，Z4 接 Y3，Y4 接 Z5，构成如图 10b 电势向量图所示的 Z 形延边六角形接线。其接线的原则是：每一个箔式双迭绕组的两个线圈有一个接在六角形绕组中，另一个接在曲折延边中，使得该两个线圈铜箔之间所加电压等于每一线圈电压的 $\sqrt{3}$ 倍。这种 Z 形延边六角形接法可获得大的并联电容容量，比起单一延边六角形接法，其电容容量要大一倍。

第五种如图 11a 所示，为延边双三角形接线。当变压器二次侧向高压三相桥式整流装置或高压电动机供电时，可采用此种接法。三相变压器同一电压侧每相铁心柱上有两个箔式双迭绕组和两个单迭绕组。该种接线方式实际上是由两组延边三角形绕组构成。只不过第一个三角形绕组按正序连接，第二个三角形绕组按负序连接（同图 4）。每一个延边三角形绕组中由同一组三相箔式双迭绕组的第一线圈连接成三角形连接方式，分别将该三相箔式双迭绕组的第二线圈与同一铁心柱上的单迭绕组同相位串联后，将各第二线圈的尾端与不同相铁心柱上箔式双迭绕组的两个第一线圈的连接点相连接。如将 X₁ 接 C₁，Z₁ 接 B₁，Y₁ 接 A₁，X₃ 接 A₂，X₂ 接 Z₁，Y₃ 接 B₂，Y₂ 接 X₁，Z₃ 接 C₂，Z₂ 接 Y₁，X₄ 接 B₄，Y₄ 接 C₄，Z₄ 接 A₄，A₆ 接 X₅，A₆ 接 X₅，A₅ 接 Y₄，B₆ 接 Y₅，B₅ 接 Z₄，C₆ 接 Z₅，C₅ 接 X₄；A₃，B₃，C₃，X₆，Y₆，Z₆ 作为外接端子。

第六种如图 12a 所示，为延边单相变压器单绕组接线。单相变压器同一电压侧一相铁心柱上有一个箔式双迭绕组和一个单迭绕组，按如下接线方式连接：箔式双迭绕组与图 6a 接线方式完全相同，再按电势迭加原则串联一个单迭绕组，如 X₁ 接 A₃，X₃ 与 A₂ 作为外引接线端子。或如图 12b 所示的延边单相变压器双绕组接线。单相变压器同一电压侧一相或两相铁心柱上有两个箔式双迭绕组和一个单迭绕组。箔式双迭绕组与图 6b 接线方式完全相同，再按电势迭加原则串联一个单迭绕组，如 X₁ 接 A₃，B₂ 接 Y₃，X₃ 与 B₃ 作为外引接线端。这样可以降低电容两极板间的电压，取得较大的并联电容容量。该单迭绕组可为一段，也可分成两段或多段，串接在箔式双迭绕组的两个电源侧。

只要根据电网额定电压的高低、绝缘材料的耐压水平和对变压

器运行性能的要求，合理地选取不同的接线方式和单迭绕组与箔式双迭绕组之间的匝数比，便可使变压器获得良好的经济技术指标和合理的电容容量。



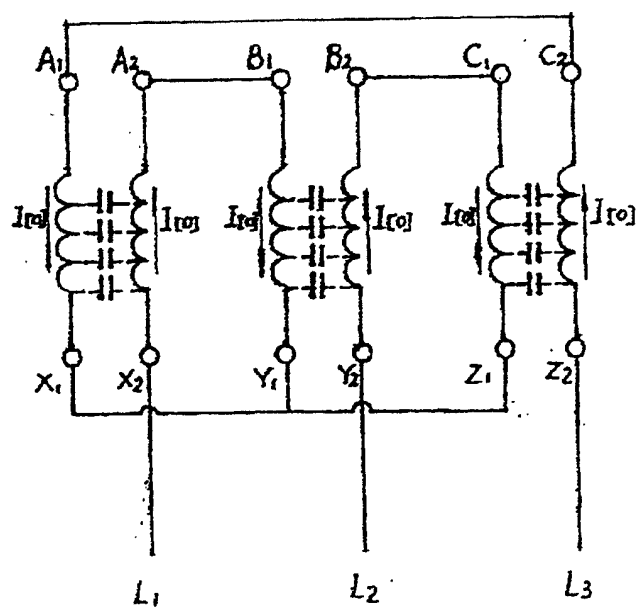


图 2a

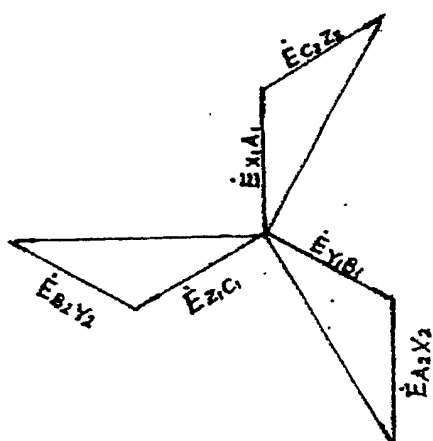


图 2b

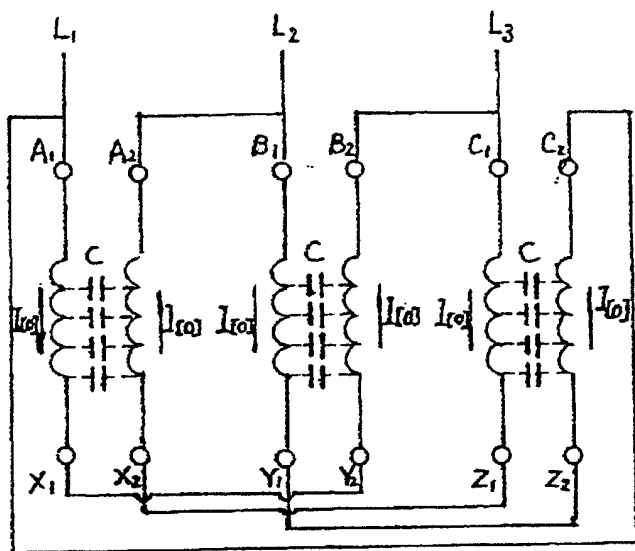


图3a

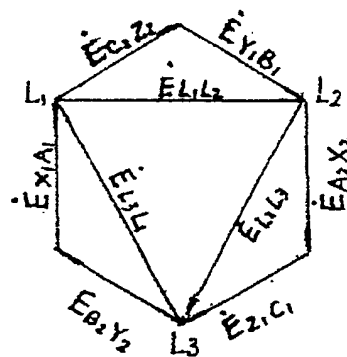


图3b

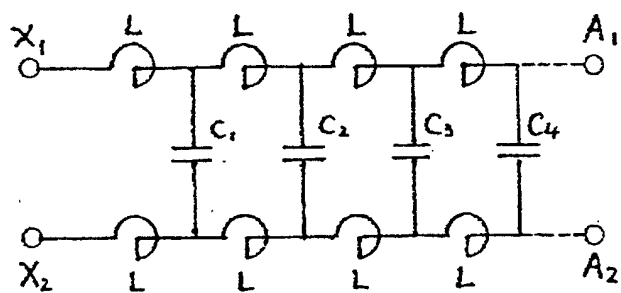


图5

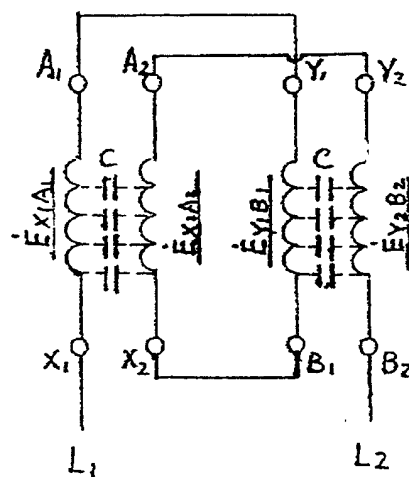


图6b

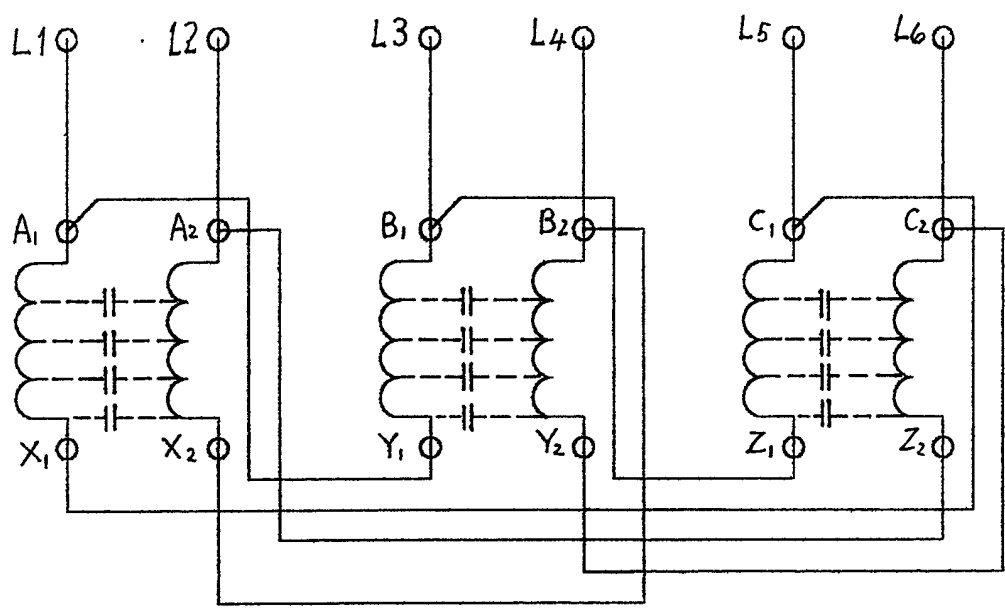


图 4 a

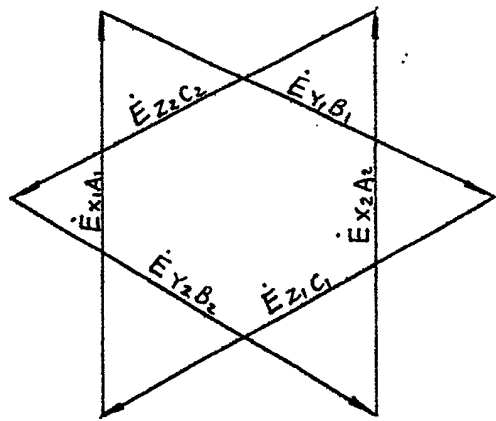


图 4 b

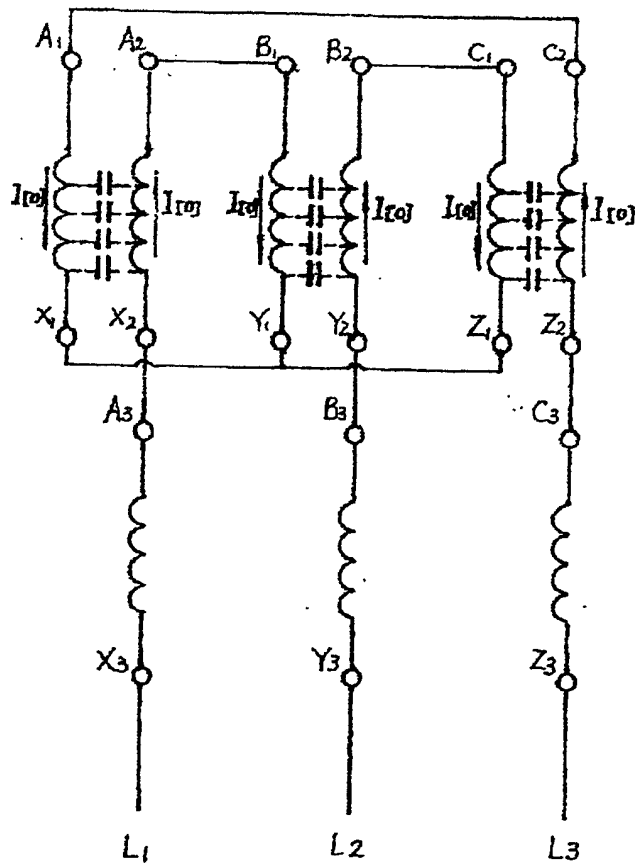


图 7a

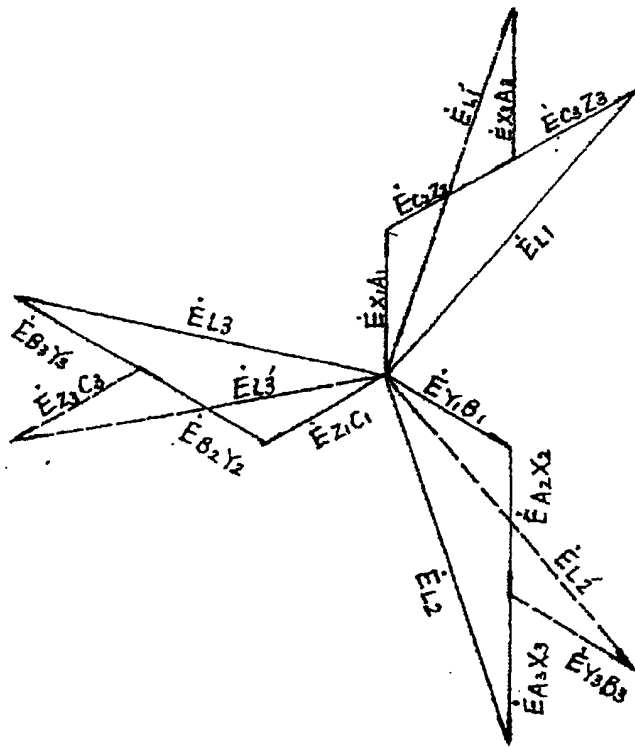


图 7b

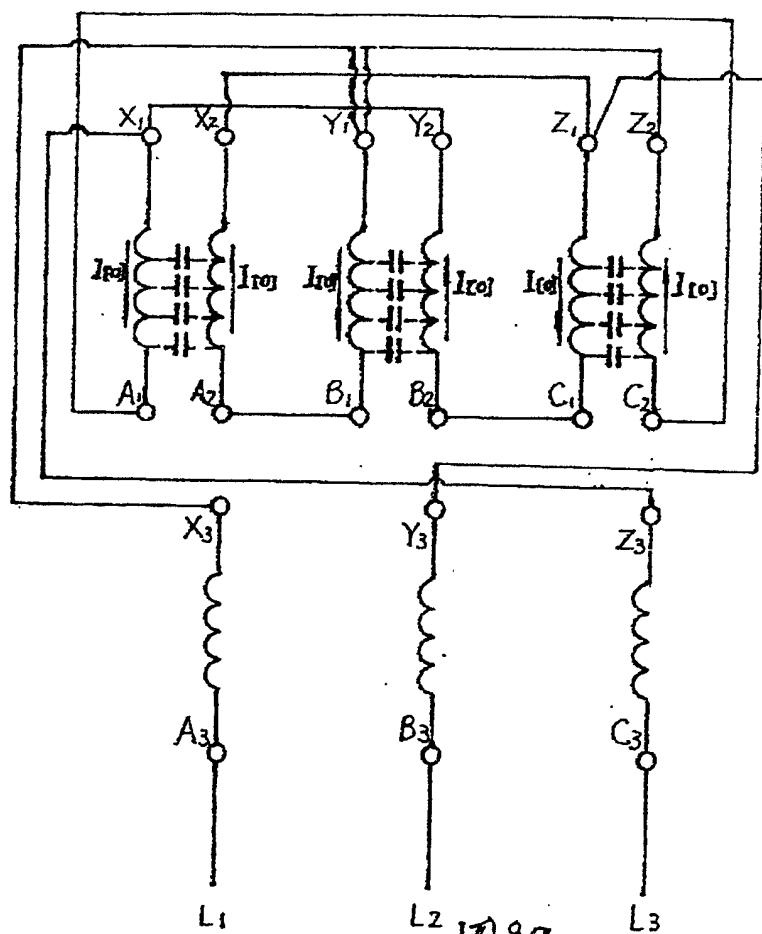


图 8a

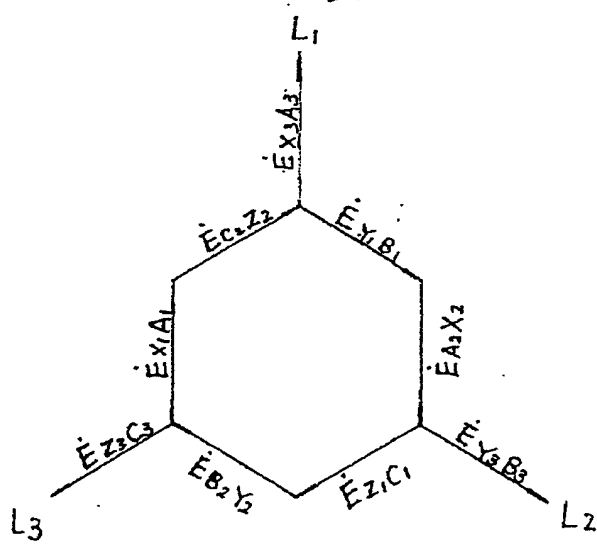


图 8b

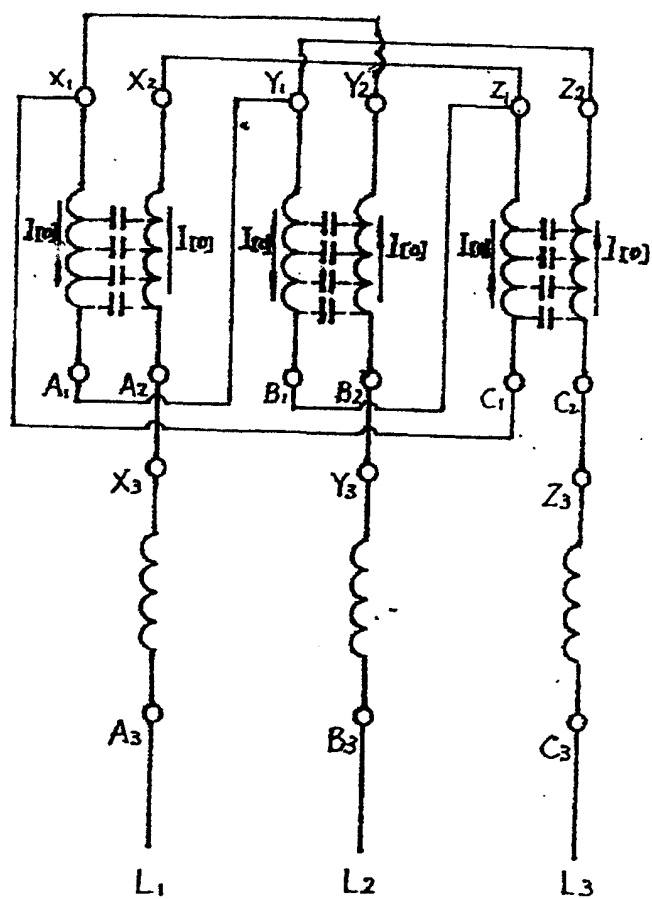


图 9 a

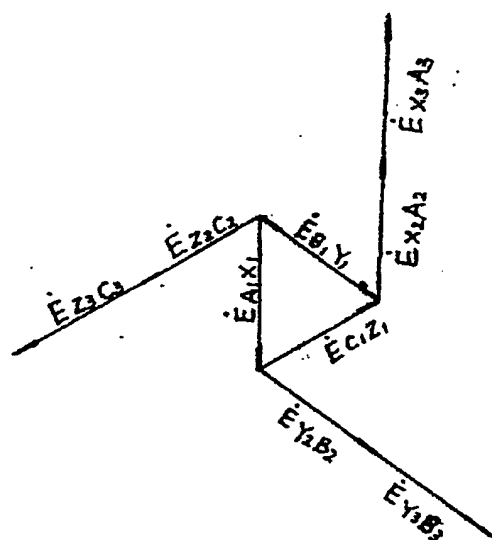


图 9 b

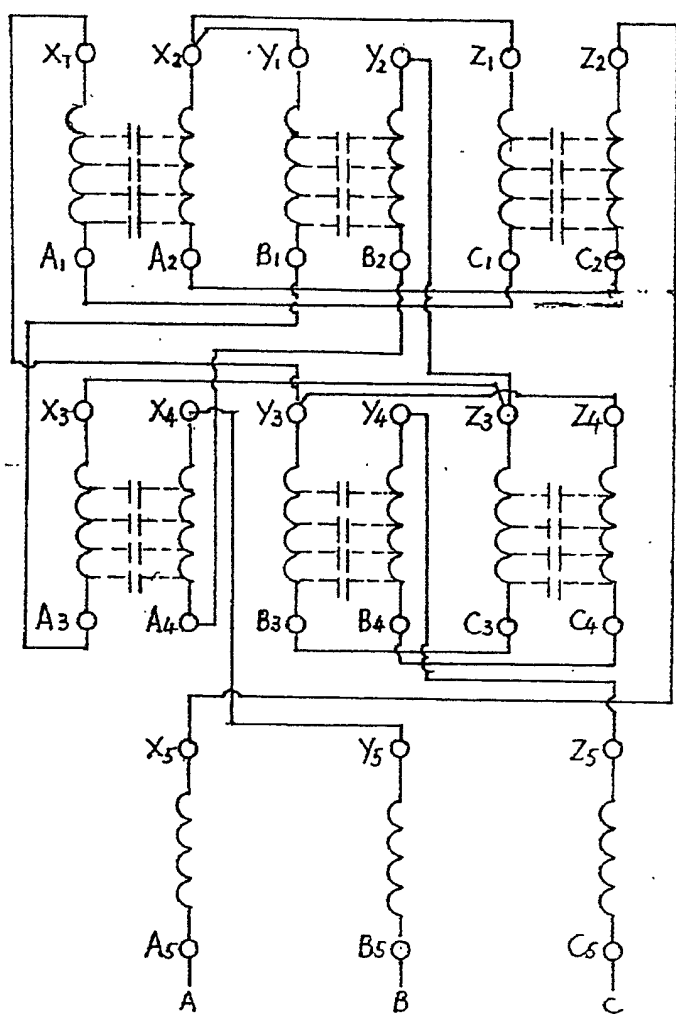


图10a

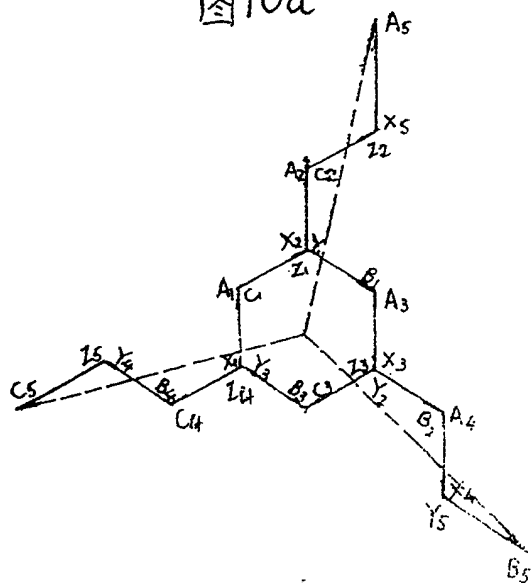


图10b

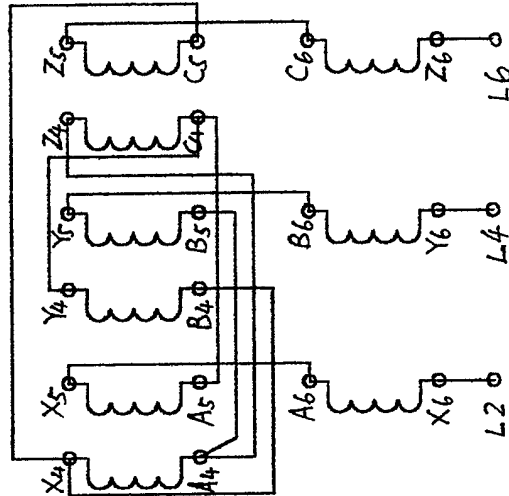


图 11a

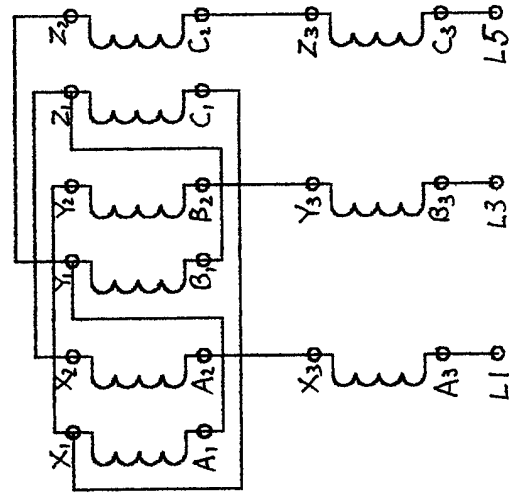


图 11a

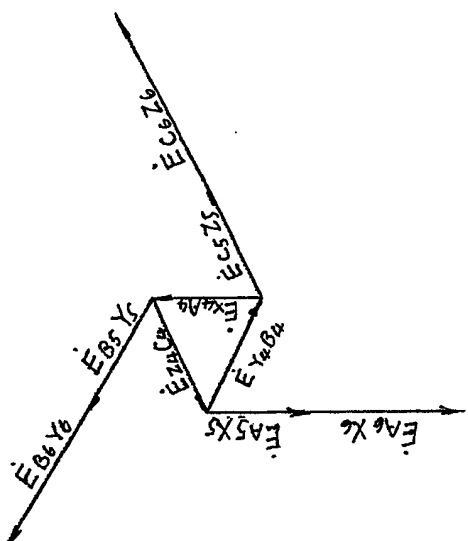


图 11b

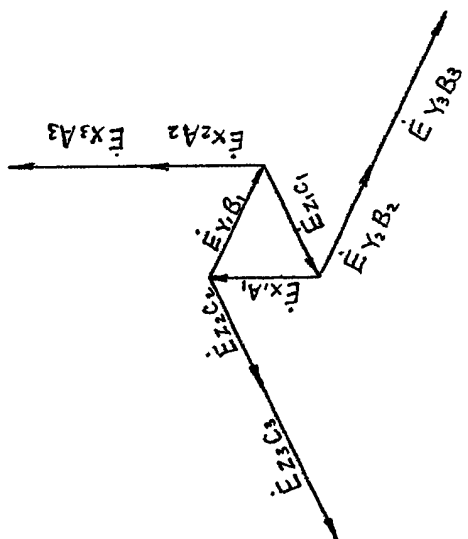


图 11b

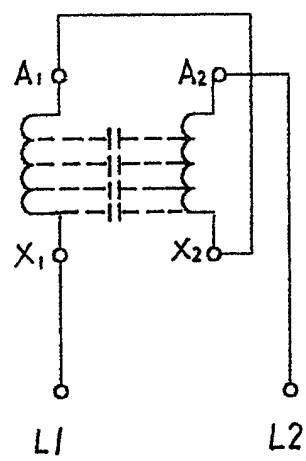


图6a

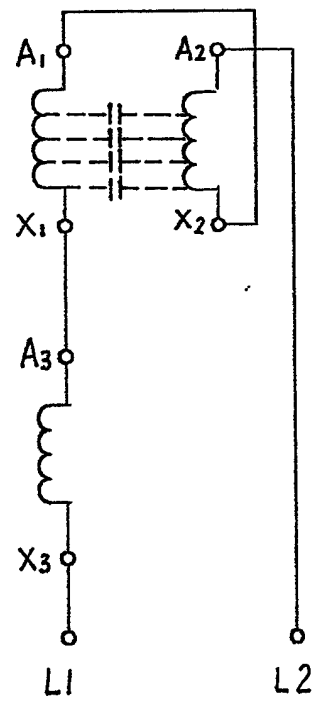


图12a

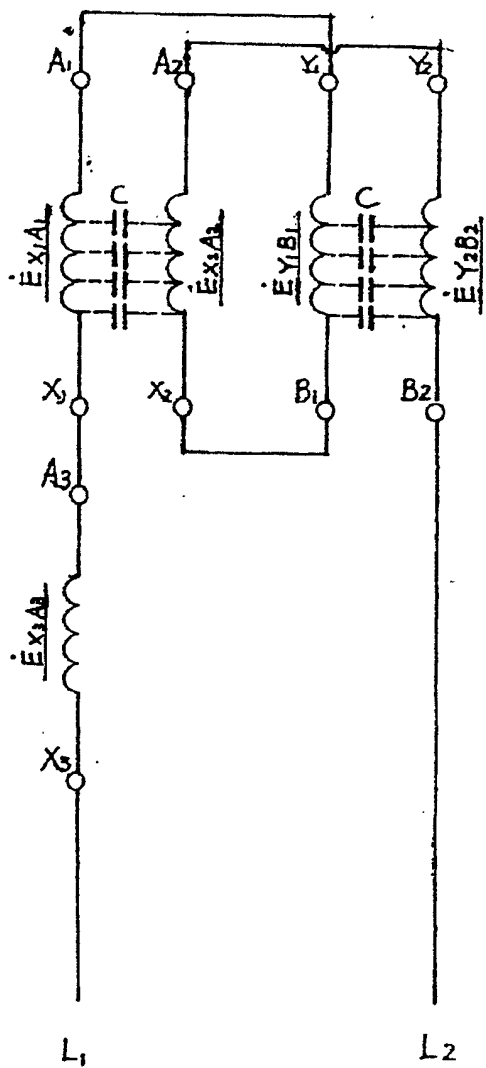


图 12 b