



(12)发明专利申请公开说明书

(21) 申请号 89109656.6

(51) Int.Cl⁵
H02M 1 / 12

(43) 公开日 1990年8月1日

(22)申请日 89.12.31

(30)优先权

[32]89.1.1 [33]US [31]304,620

(71)申请人 西屋电气公司

地址 美国宾夕法尼亚州

(72)发明人 多纳尔·尤金·贝克
杰克·沃伦·奥格登

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利

代理部

代理人 马庚琰

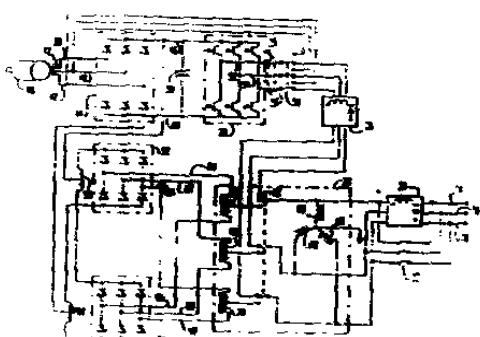
H01F 33/00

说明书页数: 7 附图页数: 5

(54)发明名称 可变速恒频起动器/发电机系统

(57)摘要

可变速恒频起动器/发电机系统设有电气连接到多相母线的电机，及在连接导体上产生直流电压的成对的多相整流器。逆变器将直流电压转换成浮空交流电压，进而由变压器转换成对地参考交流电压。在发电机运行时，电机的输出电压被整流器整流、产生直流电压，又由逆变器转换成恒频交流电压。在起动器运行时，变压器将外部电压转换成一对多相的交流电压，又经成对的多相整流器整流，在连接导体上产生十二脉动整流直流电压，降低了外电源供给电流谐波含量。



八
三
V

权 利 要 求 书

1. 一种可变速恒频起动器／发电机系统，它包括一台电机 1 0，该电机 1 0 电气连到第一条多相母线 1 2；第一多相整流器 9 2；一对直流连接导体 4 6、4 8；以及用来将上述直流连接导体上的直流电压转换成在第二条多相母线 2 5 的浮空多相交流电压的逆变器 2 0；其特征在于：第二个多相整流器 9 4；电气上将上述第一个和第二个多相整流器连到上述直流连接导体的装置 9 6、9 8；一个将上述第二条多相母线上浮空的多相交流电压转换成对地参考的多相交流电压，且将外部施加的三相交流电压转换成一对移相的三相电压的变压器 2 8¹；用于对上述电机的发电机运行可选择交替地将上述第一条多相母线连到至少上述多相整流器中的一个，或对上述电机的起动器运行将上述第一条多相母线连到上述第二条多相母线的装置 5 8、1 0 0、1 0 2；以及对于上述电机的发电机运行可选择交替地将上述变压器连到上述第二条多相母线。或对上述电机的起动器运行将第一个上述移相的三相电压连到上述第一个多相整流器，且将第二个上述移相的三相电压连到上述第二个多相整流器的装置 1 0 4、1 0 0、1 0 2。

2. 如权利要求 1 所述的一种起动器／发电机系统，其进一步特征在于上述变压器包括：一个包括三个 Y 形连接线圈 6 0、6 2、6 4 的主绕组；及一个包括多个中心抽头线圈 6 6、6 8、7 0 的辅助绕组，其每个线圈都有一个中心抽头，在上述电机的起动器运行期

间，与上述主绕组中的一个线圈的一端相连。

3. 一个可变速恒频起动器／发电机系统包括：一台电气上连到第一条多相母线 1 2 的电机 1 0；一对直流连接导体 4 6、4 8 电气上连接在上述第一条多相母线和上述成对直流连接导体之间的第一多相整流器 4 4；以及用来将上述直流连接导体上的直流电压转换成第二条多相母线 2 5 上浮空多相交流电压的逆变器 2 0；其特征在于：第二个多相整流器 9 2；第三个多相整流器 9 4；电气上将上述第二个和第三个多相整流器连接到上述直流连接导体上的装置 9 6、9 8；用于将上述第二条多相母线上的上述浮空的多相交流电压转换成对地参考多相交流电压，并用于将外部供给的三相交流电压转换成一对移相的三相电压的变压器 2 8；用于对上述电机的起动器运行电气上将上述第一条多相母线连接到上述第二条多相母线的装置 5 & 以及对上述电机的发电机运行可选择交替地将上述变压器连到上述第二条多相母线，或对上述电机的起动器运行将第一个上述移相的三相电压连到上述第二个多相整流器，以及将第二个上述移相的三相电压连到上述第三个移相的多相整流器上的装置 7 2。

4. 如权利要求 3 所述的一种起动器／发电机系统，其进一步特征在于上述变压器包括：一个包括三个 Y 形连接线圈 6 0、6 2、6 4 的主绕组；以及一个包括多个中心抽头线圈 6 6、6 8、7 0，其每个线圈都有一个中心抽头，在上述电机的起动器运行期间连到一个上述主绕组线圈一端的辅助绕组。

5. 一种操作一个可变速恒频起动器／发电机系统的方法包括的步骤为：将一台电机 1 0 连接到第一条多相母线 1 2；电气上将第一个多相整流器 9 2 连到一对直流连接导体 4 6、4 8；以及将上述直

流连接导体上的直流电压转换成第二条多相母线 2 5 上浮空的多相交流电压，其特征在于其步骤为，电气上将第二个多相整流器 9 4 连接到上述直流连接导体，使用变压器 2 8，将上述第二条多相母线上的上述浮空的多相交流电压转换成对地参考多相交流电压，并将外部供给的三相交流电压转换成一对移相的三相电压；对上述电机的发电机运行可选择交替地将上述第一条多相母线连到至少上述多相整流器中的一个。或对上述电机的起动器运行将上述第一条多相母线连接到上述第二条多相母线；以及对上述电机的发电机运行可选择交替地将上述变压器连到上述第二条多相母线。或对上述电机的起动器运行将第一个上述移相的三相电压连到上述第一个多相整流器，且将第二个上述移相的三相电压连接到上述第二个多相整流器。

6. 一种操作一个可变速恒频起动器／发电机系统的方法包括的步骤为：将一台电机 1 0 连接到第一条多相母线 1 2，电气上将第一个多相整流器 4 4 连接在上述第一条多相母线和一对直流连接导体之间；以及将上述直流连接导体上的直流电压转换成第二条多相母线 2 5 上的浮空的多相交流电压，其特征在于其步骤：在十二脉动结构中，电气上将第二和第三个多相整流器 9 2、9 4 连接到上述一对直流连接导体 4 6、4 8；使用变压器 2 8，将上述第二条多相母线上的上述浮空的多相交流电压转换成对地参考多相交流电压，且将外部供给的三相交流电压转换成一对移相的三相电压；对上述电机的起动器运行将上述第一条多相母线连到上述第二条多相母线，且对上述电机的发电机运行可选择交替地将上述变压器连到上述第二条多相母线。或对上述电机的起动器运行将第一个上述移相的三相电压连到上述第二个多相整流器，且将第二个上述移相的三相电压连到上述第三

个
个多相整流器。

7. 操作一个起动器／发电机系统的方法，对发电运行模式包括的步骤为：

a. 将一个来自外部驱动的可变速电机 10 的多相可变频率交流输出电压整流，以产生第一直流电压；

b. 使用一个逆变器 20，将上述第一直流电压转换成浮空的三相恒频交流电压；

c. 将上述浮空的三相恒频交流电压连到一个构成中性点变压器 28 的三相 Y 形连接绕组，以产生一个对地参考三相交流输出电压；且

d. 将上述对地参考三相交流输出电压供到外部负载，以及对起动运行模式。其步骤为：

a. 将一个外部三相交流电压供至上述构成中性点变压器 Y 形连接绕组，且其特征在于其步骤为：

b. 使用上述构成中性点变压器的附加绕组 66、68、70，从上述构成中性点变压器产生一个六相交流输出电压；

c. 将上述六相交流输出电压整流，以产生第二直流电压；

d. 使用上述逆变器，将上述第二直流电压转换成可控频率交流电压，以及

e. 用上述可控频率交流电压驱动上述电机。

8. 如权利要求 7 的一种操作一个起动器／发电机系统的方法，其进一步特征为：上述步骤使用上述构成中性点变压器的附加绕组，以从上述构成中性点变压器产生六相交流输出电压，上述步骤包括的步骤为：将上述附加绕组中三个线圈 66、68、70 之每一个的中

心抽头点连到上述Y形连接绕组中三个线圈60、62、64之每一个的第一端。

说 明 书

可变速恒频起动器／发电机系统

本发明涉及到可变速恒频（V S C F）电力系统，特别是涉及到提供起动器和发电机二者功能这样的系统。

在航空发电系统中，希望有一个提供起动器和发电机二者功能的单独的系统。当去掉专用的起动器时，减少飞机上的重量是很重要的。因此，能提供引擎起动功能的电力系统，就能够节省费用且减轻重量。

可变速恒频发电系统一般用于航空应用场合。一种型式 V S C F 系统包括一个可变速发电机。该发电机向一对直流连接导体提供直流功率。一个逆变器电路接收来自连接导体的直流功率，且产生恒频交流输出。直流连接可变速恒频系统已建立了其固有的简单及可靠性，且希望对目前的设计改型，以提供起动器的功能。

当 V S C F 电力系统作为一个引擎起动器运行时，电功率变换器经过电力接触器进行切换，则它从一条实用功率母线得到其输入功率，且将功率输送到又作为一台马达运行的发电机。该电子变换器典型地包括一个三相整流器和一个直一交流逆变器。该整流器从线路接收功率，且将其馈送给逆变器。于是从实用母线得到的功率具有三相全波整流器电路特性。正如所知，这个整流器的电流有高的谐波含量，即 20% 第五次谐波；14% 第七次谐波；9% 第十一次谐波，8% 第十三次谐波等等。

一种适当设计的滤波器可以加到系统中，该系统将谐波电流减小到可接受的水平；但是，这样一个滤波器将必须将其实际重量加给系统，因为它必须根据最低的谐波（20%第五次谐波）设计。例如，一个60/75KVA系统需要一个重约30磅，或约为全部发电机系统重量的三分之一的滤波器。一台大滤波器的另一个缺点是它对该系统呈现导前的功率因数。如果由一个传统的恒速发电机（如一个地面电力车）给飞机供电，则这样大的导前功率因数的负载将使发电机自激，达到最高电压，且破坏该电力系统。这种方法是不实用的。

因此就希望设计一种V S O F起动器／发电机系统，在系统中所要求的起动器滤波器的尺寸能够减小。

本发明提供了一种可变速恒频起动器／发电机系统，该系统包括一台在电气上连到一条多相母线的电机；一对连到一对直流连接导体的多相整流器；以及一个逆变器，用来将连接导体上的直流电压转换成第二条多相母线上的浮空（floating）多相交流电压。设置了一个变压器，当该系统以发电模式运行时，用于将第二母线上的浮空多相交流电压转换成对地参考（ground-referenced）多相交流电压；且当该系统以起动器模式运行时，用于将外部供给的多相交流电压转换成一对移相的三相电压。设置有切换设备，用于选择交替地连接电机功率母线：对于电机的发电机运行，将其连到至少一个多相整流器；且对于电机的起动器运行，将其连接到第二条多相母线。另外设置了切换设备，用于选择交替地连接变压器；对于电机的发电机运行，将其连到第二条多相母线；或对于电机的起动器运行，将两个移相的三相电压连到整流器。

本发明还包括一种操作上述可变速恒频起动器／发电机系统的方

法。利用一对多相整流器与一对移相的多相电压结合，以在起动器运行期间提供直流连接电压，所需的起动器滤波器的尺寸明显减小。

从以下对其较佳实施例的叙述将会使本发明更易于明了，附图中仅以举例方式示出实施例，其中：

图 1 和 2 是可以按照本发明构成的 V S C F 起动器／发电机系统的方框图；

图 3 和 4 是本发明另外实施例的示意图；

图 5 是表示在一个典型的构成中性点变压器上呈现的电压向量图；

图 6、7、8 和 9 是表示在已改型用于该发明的起动器／发电机系统中的构成中性点变压器上呈现的电压向量图。

参考附图。图 1 和 2 是可以按照本发明构成的 V S C F 起动器／发电机系统的方框图。在每一个附图中，功率流动的方向由粗线表示。图 1 中，该系统以发电模式运行。一台电机 10，例如可以是一台同步发电机，由一台外部原动机（未示出，如一台飞机引擎）驱动。第一条多相功率母线 12 连到该电机 10，此母线经由导体 14 连到一个多相桥式整流器 16。这样就在一对直流连接导体 18 上产生直流电压。一个逆变器 20 将该连接导体上的直流电压转换为在第二条多相功率母线 22 上的恒频交流电压。在母线 22 上的浮空电压连到一个滤波器 26 和一个构成中性点的变压器 28，将其转变为对地参考交流输出电压。一个起动器滤波器 30 被接触器 32 的触点旁路，以使对地参考交流电压输送到负载 34。

图 2 描述再构形的图 1 的系统，以按起动器模式运行。图 2 中，一个外部电源（例如可以是一条实用母线或一个地面电力车）连接到

起动器滤波器 30，并输送到构成中性点变压器 28。接触器 14 将构成中性点变压器的输出切换到整流器 16，以产生直流连接电压；该电压由逆变器 20 转换成线 22 上的可控频率交流输出电压，这可按已知技术（如美国第 4 574340 号专利所述）进行。接触器 24 用于将第二条多相功率母线 22 连到第一条多相功率母线 12，所以电机 10 作为一个马达而被驱动，以用作为一台连带的引擎（未示出）的起动器。

众所周知，如果用于产生直流连接电压的整流器从典型的六脉动结构改变为十二脉动的结构，则起动器滤波器 30 的谐波分量及重量将大大下降。这是因为十二脉动整流器的谐波分量以第十一次谐波开始。谐波分配将是：第十一次谐波 9%；第十三次谐波 8%；第二十三次谐波 4%；第十五次谐波 4% 等等。降低这些谐波所需的滤波器将比六脉动整流器所需的滤波器尺寸小得多。由于该滤波器较小，对于外部电源中发电机自激来说导前的功率因数不是一个问题。为了完成这一点，用在本发明中的整流器需要十二个二极管，而不是在目前典型的 VSCF 变换器整流器组件中采用的六个二极管。十二脉动整流器由二个由分开的三相电压供电的传统的六脉动整流器组成。这两组三相电压互相相移 30 度。于是就需要一个三相对六相的移相变压器，以实现十二脉动的整流器系统。为实现这个功能所用的变压器重量增加仍过大，且使系统比六脉动滤波的途径并不轻。

由于目前的 VSCF 系统包括一台构成中性点变压器，本发明就提供了一种方法，即能够将该变压器改型，以按照起动器的运行模式需要，提供在二组三相电压之间所要求的 30 度相位移。这样就形成一个谐波输入电流较低的起动器系统，从而就降低了所需起动器滤波

器的尺寸和重量。由于加入本发明起动器功能而带来的在 V S C F 发电机系统中重量的增加，被由于从引擎中去掉传统用的起动器实现的重量下降补偿还有余。

图 3 为按照本发明一个实施例构成的 V S C F 起动器／发电机系统的示意图。在这个实施例中，电机 10 电气连到包括导体 38、40 和 42 的第一条多相功率母线 12。这条功率母线上的电压由第一个三相桥式整流器 44 整流，以在一对直流连接导体 46 和 48 上产生直流电压。一个滤波电容器 50 跨接在该二直流连接导体上。逆变器 20 按已知技术运行，以在包括导体 52、54 和 56 的第二条多相功率母线 25 上产生恒频交流输出。三相开关 58 可以是一个接触器的触点，它用于选择交替地在发电机运行期间将第二条功率母线切到滤波器 26，或在起动器运行期间将其切换到第一条功率母线。构成中性点变压器 28 包括第一组 Y 形连接的线圈 60、62 和 64，用于将第二条功率母线上的浮空交流电压转换为对地参考电压；还包括第二组中心抽头线圈 66、68 和 70。在发电运行模式期间，第二多头开关 72（例如可以是一个接触器的触点）用于将变压器 28 的 Y 形连接线圈连接到第二条功率母线 25。

在起动器运行期间，外部的三相电压施加到线 74、76 和 78 上，且开关 72 动作，将线圈 66、68 和 70 的中心抽头分别连到线圈 60、62 和 64 的一端。变压器 28 是这样绕制的：在线 80、82 和 84 上产生第一组三相电压；在线 86、88 和 90 上产生第二组三相电压；第二组对第一组电压有 30 度电角度相移。第一组移相电压由桥式整流器 92 整流，而第二组移相的电压由整流器 94 整流。桥式整流器 92 和 94 在电气上都连到相同的变压器 96 和 98，

以在直流连接导体 4 6 和 4 8 上产生十二脉动的整流直流电压。开关 5 8 动作，将逆变器 2 0 的输出连到电机 1 0，以便该电机能够作为一台起动器运行。

图 4 是本发明另一实施例的示意图。如图 3 一样，所有开关都表示为发电机运行 所需的位置。图 4 的系统提供一个不同的切换布置，以省掉图 3 系统所需要的几个桥式整流器中的一个。在图 4 的系统中，第一组和第二组开关 1 0 0 和 1 0 2，用于在发电机运行期间将桥式整流器 9 2 和 9 4 连到第一条功率母线 1 2，或在起动器运行期间将其连到在线 8 0、8 2、8 4、8 6、8 8 和 9 0 上的两组移相的三相电压上。变压器 2 8 ' 绕制成，使得中心抽头线圈 6 6、6 8 和 7 0 分别永久地连到 Y 型连接线圈 6 0、6 2 和 6 4 的一端。开关 1 0 4 用于在发电机运行期间将滤波器 2 6 的输出连到变压器 2 8 '。当图 4 所有开关被操作到其另一位置时，就能用线 7 4、7 6 和 7 8 上外部施加的三相电压，将电机 1 0 作为一个起动马达进行驱动。

图 5 是描述如何绕制一个典型的直流连接 V S C I F 构成中性点变压器的向量图。该图描述了一个所谓“锯齿(z i g - z a g)”变压器通用的设计，因为它的绕组之间耦合得特别好，于是阻抗低。该向量图表示作用到中性点电压的线以实践向量 1 0 6、1 0 8 和 1 1 0 表示，而在六个绕组其每一个上的电压以虚线向量 A、-A、B、-B、C 和 -C 表示。要注意，平行的箭头(虚线)为绕在变压器每心的相同柱上，所以需要并采用三柱铁芯。

图 6 是表示通过增加中心抽头绕组 1 1 2、1 1 4 和 1 1 6 将图 5 的构成中性点变压器改型的一个方法的向量图。注意，这些新向量

也平行于图 5 中原有的锯齿向量。因此，增加的绕组能量于原有的三柱铁心上。

图 7 表示对构成中性点变压器改型的最终电压向量。第一组三相电压 $80'$ 、 $82'$ 和 $84'$ 呈现于图 3 和 4 的线 80 、 82 和 84 上，而第二组三相交流电压 $86'$ 、 $88'$ 和 $90'$ 位于图 3 和 4 的线 86 、 88 和 90 上。注意，所要求的两组移相的三相电压向量示于施加的电压向量 106 、 108 和 110 的两侧，且增加的绕组尺寸要精确地确定，以提供所要求的对应于施加的电压移相 ± 15 度。还要注意，由于移相变压器是中心供电，在两个移相绕组上的阻抗是对称的，这是十二脉动整流器应用中必需的特性。

图 8 和 9 是表示也可以用于本发明系统中的交流变压器绕组结构的向量图。在图 8 中，向量 118 、 120 和 112 描述了与电压 $124 - 136$ 总加施加的电压，以产生第一组移相电压 138 、 140 和 142 ，以及第二组移相电压 144 、 146 和 148 。图 9 表示与图 8 同样的变压器的另一种连接，以达到相同效果。

尽管对目前认为的较佳实施例进行了叙述，但很明显，对那些技术熟练的人员可以作出各种变化，而不脱离本发明的范围。因此意在使附加的权利要求书包括这些变化。

说 明 书 图

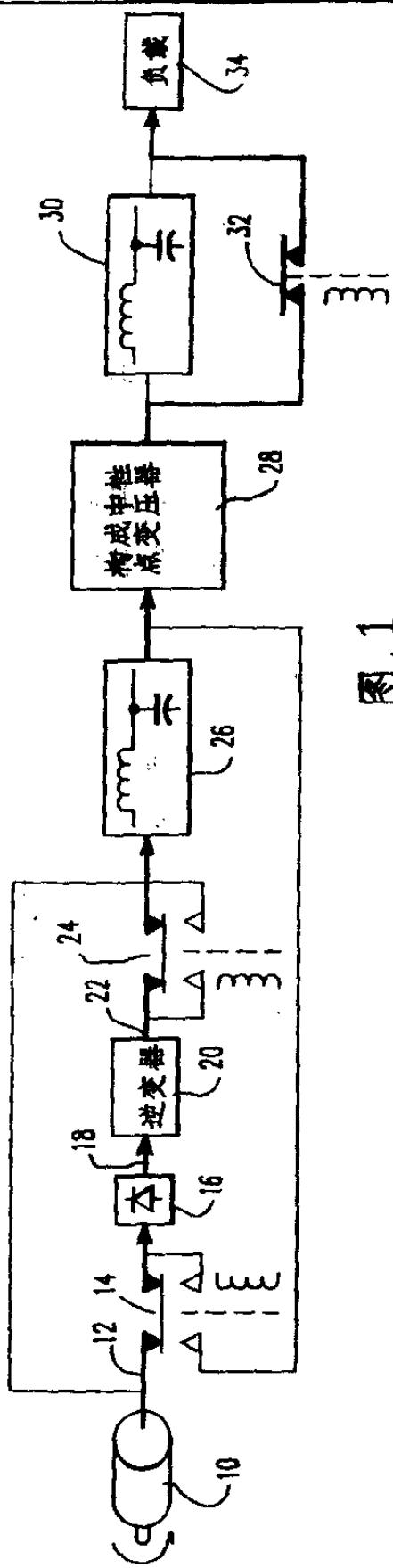


图. 1

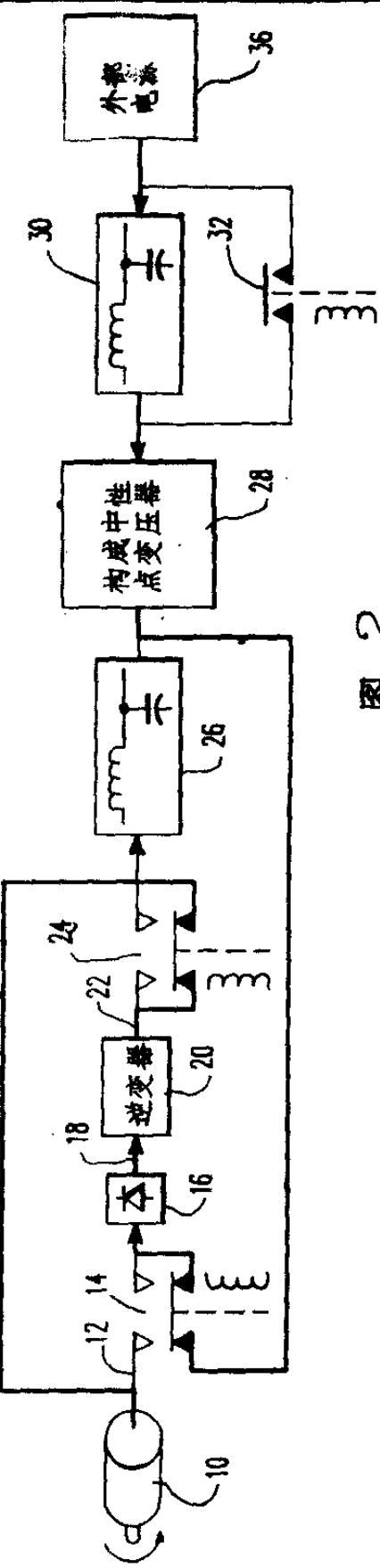


图. 2

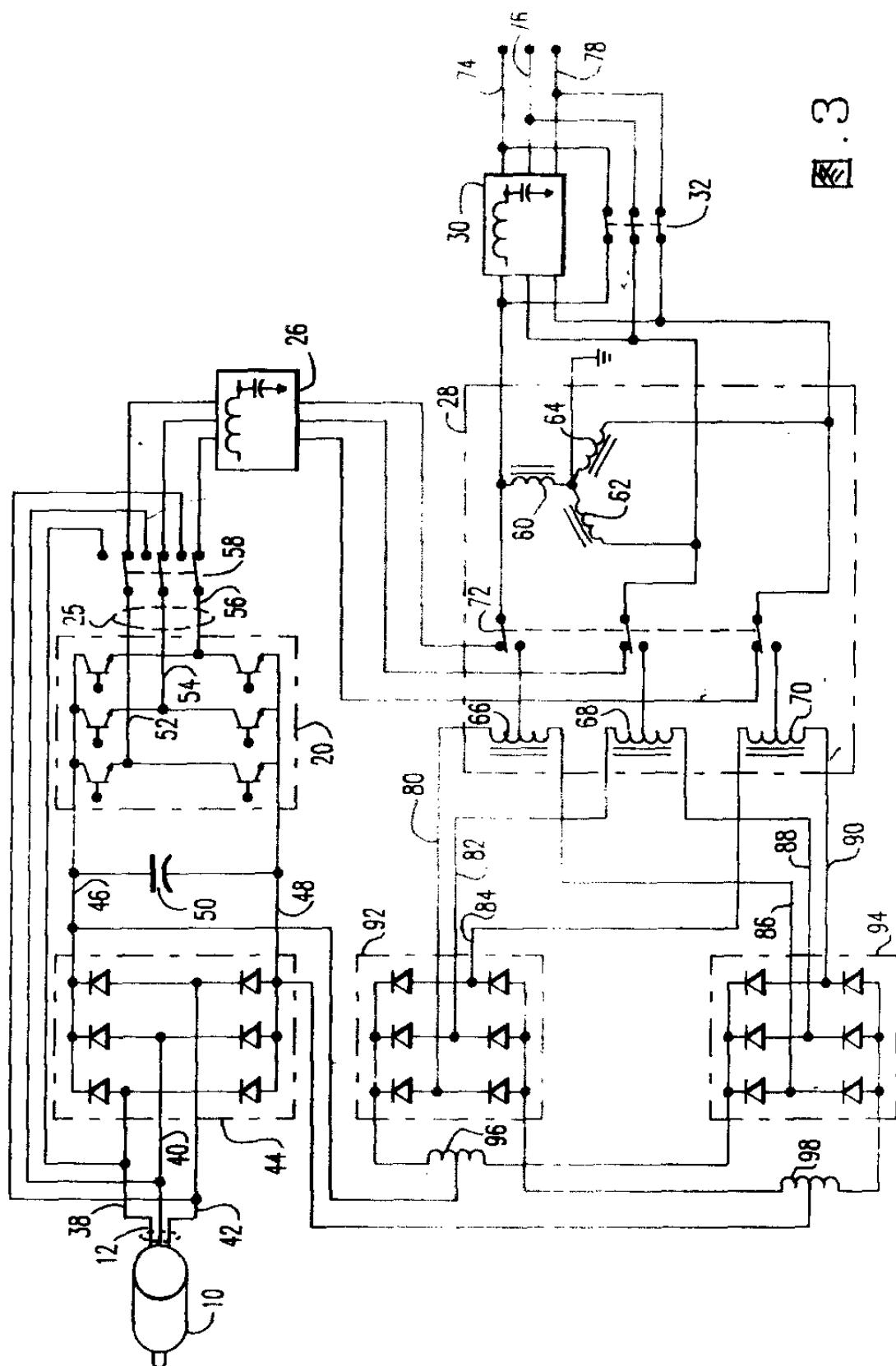


图. 3

图.4

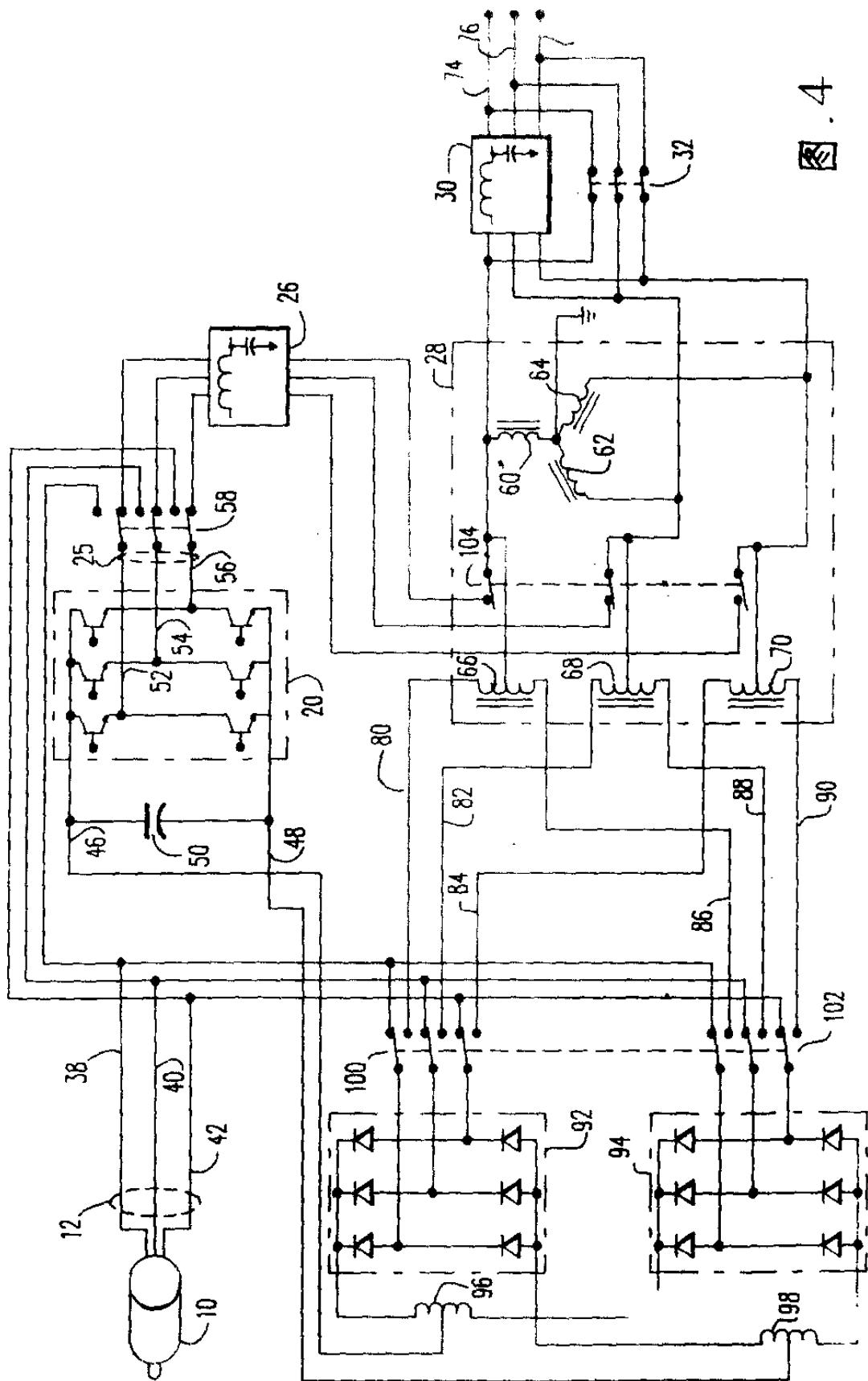


图.5
先有技术

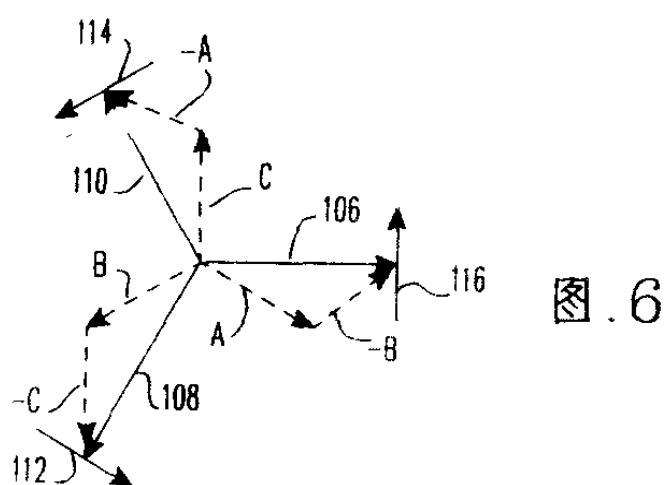
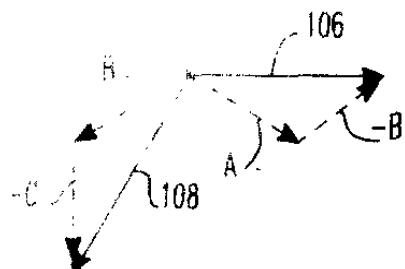


图.6

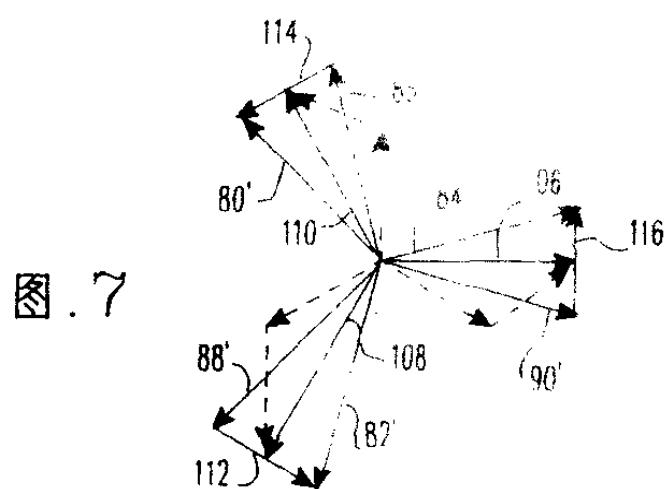


图.7

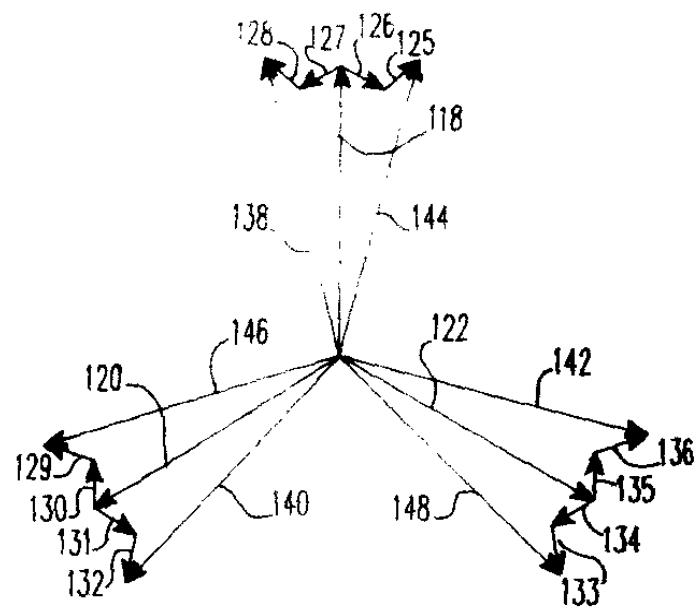


图.8

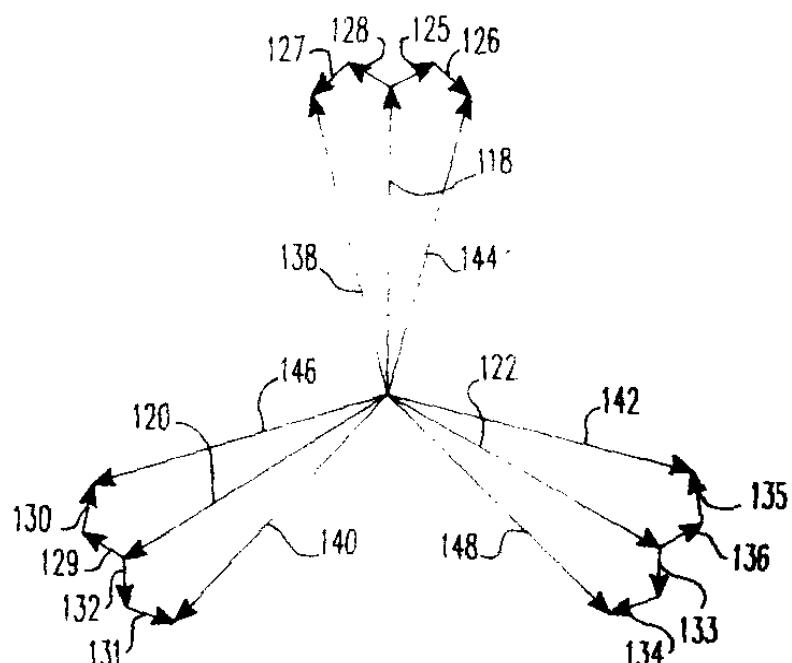


图.9