



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102948056 B

(45) 授权公告日 2016. 07. 06

(21) 申请号 201180028260. 4

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 06. 07

H02M 1/12(2006. 01)

(30) 优先权数据

PCT/EP2010/058157 2010. 06. 10 EP

H01F 3/14(2006. 01)

PCT/EP2010/058669 2010. 06. 18 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 12. 07

(56) 对比文件

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2011/059414 2011. 06. 07

JP 特開 2008-278713 A, 2008. 11. 13,

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2011/154416 EN 2011. 12. 15

JP 特開 2008-278713 A, 2008. 11. 13,

(73) 专利权人 沙夫纳 EMV 股份公司

JP 特開 2001-44051 A, 2001. 02. 16,

地址 瑞士卢特巴赫

JP 特開 2001-44051 A, 2001. 02. 16,

(72) 发明人 A. 皮特基维奇

CN 200959569 Y, 2007. 10. 10,

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

JP 特開 2000-358372 A, 2000. 12. 26,

代理人 王岳 王忠忠

审查员 周素梅

权利要求书1页 说明书10页 附图54页

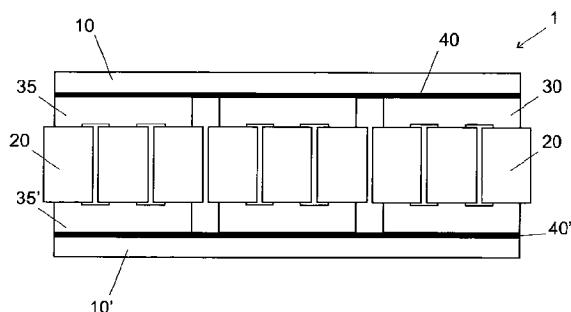
(54) 发明名称

用于低谐波三相前端的集成磁性装置

(57) 摘要

一种用于低谐波三相前端的集成磁性装置

(1) 包括：- 三个磁性子组件(30)，其中每一个磁性子组件(30)包括不带气隙的磁芯、三个或者更多缠绕分支和至少五个绕组(20)；- 能够连接到三相电力网(100)的三个电流输入；- 至少九个电流输出，三个电流输出用于每一个电流输入，所述电流输出被电连接到所述三个电流输入并且能够连接到负荷(200)。该集成磁性装置被设计用于低谐波三相双向前端并且还被设计用于AC/DC整流器和DC/AC功率转换器。通过使用集成分裂器和电感器功能的仅仅一个装置，它的使用使得能够减小吸收或者注射到三相电力线的电流的谐波。与已知方案比较，减小了集成磁性装置的成本、材料和尺寸。



1. 一种用于低谐波三相前端的集成磁性装置，包括
 - 三个磁性子组件，其中每一个磁性子组件包括不带气隙的磁芯和至少五个绕组，
 - 能够连接到三相电力网的三个电流输入，
 - 至少九个电流输出，至少三个电流输出用于每一个电流输入，所述电流输出被电连接到所述三个电流输入并且能够连接到负荷；
 - 将所述三个磁性子组件磁耦合并且分别在所述三个磁性子组件的顶部和底部上并置的至少一个第一公共磁轭和/或第二公共磁轭，
 - 在所述三个磁性子组件和所述第一公共磁轭或者所述第二公共磁轭之间的至少一个气隙；

其中所述不带气隙的磁芯包括第一磁轭、第二磁轭、以及至少三个缠绕分支。
2. 根据权利要求1所述的集成磁性装置，其中所述三个磁性子组件中的每一个包括在不带气隙的所述磁芯上组装的三个线轴。
3. 根据权利要求1所述的集成磁性装置，其中进入所述第一公共磁轭或者第二公共磁轭中的磁通之和为零。
4. 根据权利要求1所述的集成磁性装置，包括两个气隙：在所述三个磁性子组件和所述至少一个第一公共磁轭之间的第一气隙和在所述三个磁性子组件和所述至少一个第二公共磁轭之间的第二气隙。
5. 根据权利要求1所述的集成磁性装置，包括一个第一公共磁轭和一个第二公共磁轭。
6. 根据权利要求5所述的集成磁性装置，其中所述第一公共磁轭和所述第二公共磁轭具有三角形或者圆形或者多边形形状，其中所述三个磁性子组件被以三角形或者圆形或者多边形方式置放并且其中所述装置包括孔。
7. 根据权利要求1所述的集成磁性装置，其中所述第一公共磁轭和所述第二公共磁轭具有矩形形状，并且其中所述三个磁性子组件被对准。
8. 根据权利要求1所述的集成磁性装置，包括至少两个第一公共磁轭和至少两个第二公共磁轭。
9. 根据权利要求8所述的集成磁性装置，包括四个通风通道。
10. 根据权利要求1所述的集成磁性装置，其中所述至少五个绕组包括至少三个分裂绕组和至少两个扩张器绕组。
11. 根据权利要求1所述的集成磁性装置，其中当所述装置被连接在所述三相电力网和所述负荷之间时，在每一个所述电流输入中流动的公共电流的每一个基本分量被分裂成在每一个所述电流输出中流动的、带有预定相角的三个分裂电流并且其中公共电流的所述每一个基本分量从所述三相电力网的每一个电压相量以滞后角度移位。
12. 根据权利要求1所述的集成磁性装置，其中所述磁性子组件被相互磁耦合。
13. 根据权利要求1所述的集成磁性装置在AC/DC整流器中的使用，所述AC/DC整流器能够连接在电力网和包括18脉冲整流器的一般DC负荷之间。
14. 根据权利要求1所述的集成磁性装置在包括18受控开关的DC/AC逆变器中的使用。
15. 一种能够连接在三相电力线和DC电源或者DC负荷之间的低谐波双向三相前端功率转换器，
 - 包括根据权利要求1所述的集成磁性装置和带有反并联二极管的一组18个受控开关。

用于低谐波三相前端的集成磁性装置

技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及一种用于能够是单向或者双向的低谐波三相前端的集成磁性装置、和一种包括这种装置的双向低谐波三相前端功率转换器。

背景技术

[0002] 电力电子设备的广泛使用已经增加了对于最小化电力线谐波污染的需要。电流谐波的主要来源是非线性电力负荷。一种重要的非线性电力负荷是广泛地为大多数的三相设备用作前端方案的六脉冲整流器。

[0003] 如果没有高效地将电流谐波最小化，则某些问题能够发生。第一，谐波能够破坏公共供电电压的质量并且低质量的供应电压引起由公共电力网供应的很多不同种类的电气设备的故障和/或失效。而且谐波能够在电力网的构件诸如变压器、电力线等中引起过度损耗。此外，谐波具有可听频率：如果受谐波污染的电力线处于可听设备设施附近，则能够诱发可听失真。

[0004] 已经在现有技术中使用了不同的方案来应对谐波的问题。多脉冲整流器即12脉冲被广泛地用作带有改进的电流波形的简单接口。它们减小了谐波电流并且是非常可靠的，但是具有某些缺点：第一，它们要求庞大的和昂贵的线频率输入电力变压器以形成电隔离；而且它们对于电压不平衡是敏感的。

[0005] 带有抑制谐波的谐波滤波器地使用6脉冲整流器也是已知的。谐波滤波器能够是无源的或者有源的。无源滤波器具有低的功率损耗但是费用大并且具有大的尺寸和大的重量。有源滤波器被视为不大可靠，具有更高的功率损耗和开关失真，并且是非常昂贵的。

[0006] 另一个已知方案是包括受控有源开关、二极管和高频线路电抗器的有源前端。即便它的尺寸和重量能够是吸引人的并且它的成本能够低于其它方案，它也存在某些缺点，特别地感觉到它不大可靠，并且它引入了不希望的开关失真。

[0007] 通常在整流器中添加更多的脉冲允许抑制更高阶谐波。12脉冲整流器允许抑制简单的6脉冲桥不能消除的第5阶和第7阶谐波，但是针对能够利用18脉冲整流器抑制的第11阶和第13阶谐波是无效的。然而增加脉冲的数目增加了装置的复杂度和成本。

[0008] 概略地在图1A中表示的已知电路包括电感器400，电感器400随后为与由三个装置构成的第二分裂器或者后分裂器320级联的第一分裂器或者预分裂器310。电感器400前面是三相电力线或者电力网100，并且装置310、320被连接到供应能够是马达驱动的一般DC负荷例如转换器DC/AC或者DC/DC的18脉冲整流器，或者一般电阻器在以下将被称为DC负荷。包括18脉冲整流器和未示意的DC负荷的、图1A的负荷200是非线性的并且然后在电力线中存在谐波。为了应对谐波的问题，使用了在图1B上可视的电感器400和四个磁性装置310、320：电感器400的主要功能是抑制更高阶谐波（例如第17阶和以上）；四个磁性装置310、320A-C（在图1C和1D中可视）的主要功能是分裂电流。

[0009] 在图1A中，装置320包括每一个带有被相互电连接的三个绕组的三个分裂器。绕组的不同数目和组合是可能的。

[0010] 在图1B和1C中的侧视图中示意了三相电感器400和预分裂器310:电感器400包括两个磁轭405、三个缠绕分支403和气隙402、404,它因此能够存储能量;预分裂器310包括不带气隙的磁芯和三个缠绕分支。

[0011] 在图1D中示意了现有技术的三个磁性装置320的侧视图。每一个装置320A、320B和320C并不包含气隙并且包括三个竖直分支:中央分支是包含绕组302的缠绕分支。

[0012] JP2000358372A和JP2007028846A描述了一种允许消除变压器的系统和一种用于通过使用主要涉及12脉冲整流器的四个磁性装置而减小尺寸和重量的方法。

[0013] US专利6335872、6249443、6198,647、4876634、5619407、5124904和4779181描述了已知的多相低谐波系统的实例。

[0014] 如在图1A中所示意地,在现有技术的转换器中使用的磁性装置的总数然后是至少五个,即三相电感器400加上四个磁性装置310、320。

[0015] 如在图2中所示,电感器400包括能够连接到三相电力网或者电力线100的三个电流输入,并且在电感器400后面的装置310包括六个电流输出,即两个电流输出用于每一个电流输入。电流输出被电连接到三个电流输入并且能够连接到负荷200。如果负荷200是电阻性的,则能够依据基本频率相量准确地分析该电路。

[0016] 三相电力网100供应带有 120° 相移的三个近似正弦电压。然后如在图3A中所示意地,在三个电流输入中流动的三个输入电流 I_1 、 I_2 、 I_3 之间的相移等于 120° 。线电压的振幅和频率除了别的以外将根据当地规定而改变,但是在大多数应用中,频率将等于50Hz或者60Hz,并且电压通常包括在100V和1kV之间,例如在相之间400V rms。50Hz或者60Hz的频率或者电力网100的频率将在以下被称作系统的基本频率。

[0017] 在三个电流输入中流动并且具有参考 I_1 或者 I_2 或者 I_3 的每一个电流将在以下被称为公共电流。如果在图2的转换器中不存在电感器400,则三个公共电流 I_1 、 I_2 、 I_3 与电力网100的电压相量同相,否则存在滞后角度 δ 。

[0018] 现在参考图3B,当装置310、320被连接在三相电力网100和电阻性负荷200之间时,它们将公共电流 I_1 、 I_2 、 I_3 中的每一个分裂成在每一个电流输出中流动的三个电流。在图2所示的情形中,它们将电流 I_1 、 I_2 、 I_3 中的每一个分裂成三个电流:公共电流 I_1 被分裂成三个分裂电流 $I_{1.1}$ 、 $I_{1.2}$ 、 $I_{1.3}$,公共电流 I_2 被分裂成三个分裂电流 $I_{2.1}$ 、 $I_{2.2}$ 、 $I_{2.3}$ 并且公共电流 I_3 被分裂成三个分裂电流 $I_{3.1}$ 、 $I_{3.2}$ 、 $I_{3.3}$ 。在电流输出中流动的电流 $I_{1.1}$ 、 \dots 、 $I_{3.3}$ 具有全部相同的振幅并且相对于在电流输入中流动的相应的基本分量以预定角度相移。电流 $I_{1.2}$ 与 I_1 同相,电流 $I_{2.2}$ 与 I_2 同相,并且电流 $I_{3.2}$ 与 I_3 同相。

[0019] 角度的值依赖于整流脉冲的所期数目。在如在图2中给出的18脉冲系统的情形中,它是 0° 和 $\pm 20^\circ$ 。

[0020] 如所讨论的那样,公共电流例如 I_1 被分裂成三个分裂电流:在以下将被称为前导分裂电流的第一分裂电流 $I_{1.1}$,将被称为同相分裂电流的第二分裂电流 $I_{1.2}$,和在以下将被称为滞后分裂电流的第三分裂电流 $I_{1.3}$ 。其它相被类似地布置。

[0021] 如果如所述及地,角度 δ 的值为 20° ,则对于所有表示的相量是相同的、图3B的相量的理想长度是图3A的每一个相量的长度的33.67%。

[0022] 在装置310、320之前存在三相电感器400在由短划线表示的电力网100的每一个电压相量和相应的输入电流 I_1 或者 I_2 或者 I_3 之间引起图3A所示的滞后角度或者相移角度 δ 。如

在图3B中所示,滞后角度或者相移角度 δ 仍然存在于输出电流的相量图中。

[0023] 如所述及地,在实际实现中,装置310、320被连接到的负荷200由随后为DC负荷的整流器构成。

[0024] 在相关技术中描述的方案未被优化用于减小低谐波三相前端的成本和尺寸。

[0025] 而且延迟和分裂电流的功能由五个分离的装置(分别为电感器400和四个磁性装置310、320A-C)执行。分裂器310没有引入任何相移,并且装置320A-C引入 $\pm 20^\circ$ 的相移。

[0026] 需要一种允许具有比现有技术更低的成本和更小的尺寸的低谐波功率转换器的方案。

[0027] 需要一种允许高效率和高可靠性的用于18脉冲前端的磁性装置。

[0028] 需要一种允许低谐波三相前端对于电力网的失衡不大敏感的方案。

[0029] 还需要一种具有低失效率、低功率损耗和低开关失真的低谐波三相前端。

发明内容

[0030] 本发明的目的在于提供一种执行电感器400以及预分裂器和后分裂器磁性装置310、320的功能的集成磁性装置。形容词集成事实上意味着本发明的磁性装置执行多于一个功能。特别地,延迟和分裂电流的功能这两者均由同一磁性装置执行,从而允许比现有技术更小的尺寸、重量、成本和更好的装置对称性。

[0031] 本发明的另一个目的在于提供一种包括简单的半导体电路的低谐波三相双向前端功率转换器。

[0032] 本发明的另一个目的在于提供一种可靠的且高效的磁性装置。

[0033] 根据本发明,利用根据权利要求1的用于低谐波三相前端的集成磁性装置、利用这个集成磁性装置在AC/DC整流器中的使用(权利要求14)和在DC/AC逆变器中的使用(权利要求15)并且利用根据权利要求16的低谐波双向三相前端功率转换器,实现了这些目的。

[0034] 根据本发明的装置包括三个磁性子组件,其中每一个磁性子组件包括不带空隙的磁芯、三个缠绕分支和至少五个绕组。换言之,根据本发明的装置包括被磁耦合的三个子组件。在一个实施例中,该装置包括用于将该三个磁性子组件磁耦合的至少一个第一公共磁轭和至少一个第二公共磁轭。在另一个优选实施例中,该两个公共磁轭是相同的并且分别在该三个磁性子组件的顶部和底部上安置。在另一实施例中,该三个子组件被足够相互靠近地放置从而它们不用公共磁轭进行磁耦合。

[0035] 有利地,该装置在该三个磁性子组件和该两个公共磁轭之一之间包括至少一个气隙。在一个优选实施例中,它包括两个气隙,即分别在该三个磁性子组件的顶部和底部分别与第一和第二公共磁轭之间的第一和第二气隙。

[0036] 该装置具有能够连接到三相电力线或者电力网的三个电流输入和用于每一个电流输入的至少三个电流输出。在一个优选实施例中,该装置具有九个电流输出,即三个电流输出用于每一个电流输入。电流输出被电连接到该三个电流输入并且能够被连接到负荷。

[0037] 该三个磁性子组件中的每一个包括与该三个缠绕分支一起地构成不带气隙的磁芯的第一磁轭和第二磁轭。该三个磁性子组件中的每一个而且能够包括在这个磁芯上组装,特别地在三个分支上放置的三个线轴。

[0038] 有利地,进入第一或者第二公共磁轭中的、处于基本频率的磁通的净和为零。

[0039] 当所述装置被连接在三相电力网和负荷之间时,在每一个电流输出中流动的电流的基本分量相对于在电流输入中流动的电流的相应的基本分量以预定角度相移。如将在以下清楚地,该角度的值依赖于绕组的匝数比。

[0040] 在第一实施例中,该装置包括具有矩形形状的一个第一公共磁轭和一个第二公共磁轭。在此情形中,该三个磁性子组件被对准。

[0041] 在另一实施例中,该装置包括具有矩形形状的两个第一公共磁轭和两个第二公共磁轭。在该实施例中,该磁性装置包括能够被用于通过空气流动而将其冷却的四个通风通道。

[0042] 在另一实施例中,该装置包括具有三角形或者圆形或者多边形形状的一个第一和一个第二公共磁轭。在这些情形中,该三个磁性子组件被分别以三角形或者圆形或者多边形方式置放并且该装置包括中央孔。空气流能够有利地通过这个孔并且高效地冷却该装置。这个实施例易于产生并且具有比以前的实施例更好的对称性,即其特征在于对于所有三个相而言参数是相同的。

[0043] 某些能量被存储在气隙内侧的磁场中。在这种情形中,能够如在图3A中所示地观察到在电力网100的每一个电压相量和磁性装置的相应的输入电流 I_{L1} 或者 I_{L2} 或者 I_{L3} 之间的滞后角度或者相移角度 δ 。在此情形中,电感器功能被集成在根据本发明的装置中。而且易于通过改变气隙的厚度而控制这个装置的电感的值,所述气隙的厚度在几mm的量级上。

[0044] 如所述及地,在本发明的一种变型中,根据本发明的装置能够包括不用公共磁轭来磁耦合的三个子组件。在此情形中,能量被存储在占据包围子组件的空间的磁场中。

[0045] 有利地,在AC/DC转换器中或者在DC/AC转换器中均能够使用本发明的磁性装置。如果它例如与18脉冲整流器相组合地在AC/DC转换器中使用,则电流从装置的电流输入或者公共路径流至它的电流输出或者分裂路径。在此情形中,该装置作为电流分裂器工作:在公共路径中的公共电流在分裂路径中被强制分裂成三个相同但是相移的分裂电流。在一个实施例中,公共电流被强制分裂成多于三个相同但是相移的分裂电流。

[0046] 如果该装置在DC/AC转换器中使用,则电流从三条分裂路径流至公共路径。在此情形中,该装置作为电流融合器工作。在两种情形中,该装置的作用均减小了谐波电流。在包括这个磁性装置的AC/DC转换器或者DC/AC转换器中,电隔离是不可能的。

[0047] 与现有技术相比较,该方案的优点特别地包括使用单一装置执行电感器的功能加上包括现有技术的几个分离磁性装置的分裂器的功能的可能性。替代现有技术方案的几个磁性装置(一个预分裂器、三个后分裂器320A-C和用于电感器400的一个装置),该装置包括一个磁性装置。这个磁性装置由三个磁性子组件并且在一个优选实施例中还由两个公共磁轭构成。

[0048] 该方案进一步减小了低谐波功率转换器的尺寸、重量和成本并且允许高可靠性和效率以及低EMI(电磁干扰)。而且它能够使用磁性子组件的缠绕分支的绕组的很多布置来实现。

[0049] 该方案消除了某些重要的谐波比如已知的多相整流器,并且它对于电力网的电压不平衡不大敏感。

附图说明

[0050] 借助于通过实例给出并且由附图示意的实施例的说明,将更好地理解本发明,其中:

[0051] 图1A示出带有在三相电力线和包括18脉冲整流器的负荷之间连接的三相电感器、第一预分裂器磁性装置和三个后分裂器装置的、已知的电感性电流分裂器。

[0052] 图1B示出是图1A的装置的一个部分的三相电感器的侧视图。

[0053] 图1C示意图1A的预分裂器磁性装置。

[0054] 图1D示出在图1A中示意的三个后分裂器的侧视图。

[0055] 图2示出在三相电力线和被表示为电阻性负荷的包括18脉冲整流器的负荷之间连接的、三相电感器和带有预分裂器和现有技术的三个分裂器装置的分裂器装置的框图。

[0056] 图3A示出图2的装置的输入或者公共电流的相量图。

[0057] 图3B示出图2的装置的、包括前导分裂电流、同相分裂电流和滞后分裂电流的输出或者分裂电流的相量图。

[0058] 图4A、4B和4C分别示出根据本发明的用于低谐波三相前端的集成磁性装置的一个实施例的顶视图、侧视图和移除了公共磁轭的另一个顶视图。

[0059] 图5A、5B和5C分别示出根据本发明的用于低谐波三相前端的集成磁性装置的另一个实施例的顶视图、侧视图和移除了公共磁轭的另一个顶视图。

[0060] 图6A、6B和6C分别示出根据本发明的用于低谐波三相前端的集成磁性装置的另一个实施例的顶视图、侧视图和移除了公共磁轭的另一个顶视图。

[0061] 图7A、8A、9A…16A示出根据本发明的可替代实施例的磁性装置的绕组的不同的可能布置。

[0062] 图7B、8B、9B…16B对于在相应的图7A…6A中示意的绕组布置示出了绕组在根据本发明的磁性装置的三个磁性子组件之一的分支上的可能放置和该三个磁性子组件之一的MMF矢量的相应的相量图。

[0063] 图17A…17D示意在本发明的框架中布置绕组的不同方式的分类图解。

[0064] 图18A示出包括根据本发明的用于低谐波三相前端的集成磁性装置的一个实例的谐波消除18脉冲整流器。

[0065] 图18B和18C示意用于在图18A中示意的装置的MMF相量图和绕组的放置。

[0066] 图19示出包括根据本发明的一个方面的用于低谐波三相前端的集成磁性装置的一个实例的、带有双向功率流的谐波消除18脉冲前端。

[0067] 图20示意本发明的24脉冲变型。

具体实施方式

[0068] 本发明的集成磁性装置被设计用于单向或者双向的低谐波三相前端。它的使用使得能够减小从三相电力线获取或者注射到三相电力线的电流的谐波。与现有技术方案比较,它具有更低的成本和尺寸。

[0069] 图4A、4B和4C分别示出根据本发明的装置1的一个可能实施例的顶视图、侧视图和移除了公共磁轭的另一个顶视图。在该实施例中,装置1包括三个磁性子组件30,其中每一个磁性子组件30包括三个缠绕分支和至少五个绕组。在低或者中功率应用即功率低于50kW的应用中,每一个缠绕分支能够包括线轴20。对于高功率应用,通过使用用于从芯隔开绕组

的四个或者更多间隔保持器,绕组在没有线轴的情况下被缠绕在磁性子组件上。

[0070] 该三个磁性子组件30中的每一个包括与该三个分支一起地构成不带气隙的闭合磁芯的第一磁轭35和第二磁轭35'。

[0071] 有利地,分别进入第一和第二公共磁轭中的、用于基本频率和谐波的磁通的净和为零。换言之,无磁通辐射到该装置外侧。

[0072] 在该实施例中,该装置包括相同的一个第一公共磁轭10和一个第二公共磁轭10'。该三个分离的磁性子组件30和该两个公共磁轭10和10'分别在该三个分离的磁性子组件30的顶部和底部上并置。

[0073] 该装置包括两个气隙40和40',即分别在该三个磁性子组件30的顶部和底部分别与第一10和第二10'公共磁轭之间的第一和第二气隙。本发明的装置能够在该三个磁性子组件30和该两个公共磁轭10和10'之一之间包括仅仅一个气隙。

[0074] 在该实施例中,第一公共磁轭10和第二公共磁轭10'具有矩形形状。在此情形中,该三个磁性子组件30被对准,即在一个磁性子组件30的两个缠绕分支之间的矩形孔与另两个磁性子组件30的孔相对准。在图4A到4C中表示的实施例中,公共磁轭10、10'的横截面的宽度W_y等于每一个磁性子组件30的横截面的宽度W_c。在一个优选实施例中,该三个磁性子组件30中的每一个具有矩形截面,其中该横截面的长度L_c大于它的宽度W_c。

[0075] 在一个优选实施例中,如在图4A到4C中所示,公共磁轭10、10'的横截面的长度L_y大于磁性子组件30的横截面的长度L_c的五倍,即L_y>5*L_c。

[0076] 在图5A到5C的实施例中,该三个磁性子组件30是平行的,即在一个磁性子组件30的两个缠绕分支之间的矩形孔处在另一个磁性子组件30的两个缠绕分支之间的矩形孔前面。

[0077] 在该实施例中装置1包括具有矩形形状的两个第一公共磁轭60、70和两个第二公共磁轭60'、70'。以此方式,这个实施例的集成磁性装置1有利地包括能够被用于将其冷却的四个竖直通风通道90。公共磁轭的数目不限于两个或者四个,而是本发明包括带有任何数目的公共磁轭的变型。事实上,如果子组件足够地相互靠近,则公共磁轭能够在某些情形中完全地受到抑制。

[0078] 再次,装置1能够在该三个磁性子组件30与第一公共磁轭60、70和第二公共磁轭60'、70'之间包括至少一个气隙。在一个优选实施例中,它包括两个气隙:在每一个磁性子组件30的第一磁轭35和第一公共磁轭60、70之间的第一气隙40和在每一个磁性子组件30的第二磁轭35'和第二公共磁轭60'、70'之间的第二气隙40'。

[0079] 在示出磁性装置1的顶视图、移除了公共磁轭的另一个顶视图和侧视图的图6A到6C的实施例中,存在具有三角形形状的一个第一50和一个第二50'公共磁轭。在此情形中,该三个磁性子组件30被沿着三角形的边置放。在另一实施例中,第一50和第二50'公共磁轭具有圆形或者多边形形状并且该三个磁性子组件30被分别以圆形或者多边形方式置放。

[0080] 该装置包括中央孔或者竖直通道80。在所示意的实施例中,孔80是三角形的。空气流能够有利地通过这个孔80并且高效地冷却该装置。而且,这个实施例具有比以前的实施例更好的对称性,即其特征在于对于所有三相而言参数是相同的。换言之,图6A到6C的实施例确保了装置的完全对称性并且对于每一个相允许相同的条件。

[0081] 即便在图6C中示意的装置1包括两个气隙:在该三个磁性子组件30和第一公共磁

轭50之间的第一气隙40和在该三个磁性子组件30和第二公共磁轭50'之间的第二气隙40'，它也能够包括仅仅一个气隙40或者40'。

[0082] 装置1具有能够连接到三相电力线或者电力网100的三个电流输入和用于每一个电流输入的至少三个电流输出，即至少九个电流输出。

[0083] 电流输出被电连接到三个电流输入并且能够被连接到负荷200。该装置1将三相输入转换成九相输出。

[0084] 当所述装置被连接在三相电力网100和负荷例如包括随后为DC负荷的18脉冲整流器的非线性负荷200之间时，在每一个电流输出中流动的电流的基本分量相对于在电流输入中流动的电流的相应的基本分量以预定角度-20°、0°和+20°相移。

[0085] 第一和第二公共磁轭在该三个磁性子组件上的并置在这三个磁性子组件30之间形成磁性连接并且至少一个气隙的存在允许该装置还执行电感器的功能。在另一实施例中，子组件足够地相互靠近从而公共磁轭能够受到抑制。

[0086] 与具有相同额定功率的现有技术十八脉冲方案比较，装置1允许节约材料并且具有低20%的尺寸和重量。本发明的装置使用具有相同额定功率的电力变压器的材料的大约四分之一。

[0087] 在一个实施例中，该三个磁性子组件30中的每一个是层叠铁或者用于更高频率的铁磁子芯。

[0088] 切削芯如C芯是在退火之后浸渍然后被部分地切削和搭接的条带缠绕芯。因为这些芯在非常短的时间中围绕线轴组装，所以这个实施例的装置1花更少的时间来制造该装置。还能够有效地利用条带缠绕技术来制造在图6B中示意的三角形磁轭50和50'。

[0089] 图7A、8A、9A…15A示出与本发明的不同的可替代实施例有关的磁性装置1的一个子组件中的绕组的不同布置。

[0090] 图7B、8B、9B…15B示出相对于图7A…15A的布置的、装置1的三个磁性子组件的可替代绕组方案连同MMF矢量的相应的相量图。虽然相量图表示装置1中的全部绕组的全部MMF，但是为了简洁起见，绕组方案涉及一般地在相量图中的最低位置中表示的单一磁性子组件。这里值得提醒的是，图7B…15B的相量图表示MMF而非电流并且因此不同的相量可以具有不同的长度，因为绕组具有不同的匝数。然而，电流在该创造性装置的输出处呈现，具有全部相同的振幅，并且将由相同长度的九个相量表示。

[0091] 为了具有如所描述的分裂装置，用于每一个闭合磁路的以下约束必须得到满足：这个磁路的MMF之和必须为零。与一个绕组有关的MMF为在这个绕组中流动的电流的瞬时值乘以它的匝数。换言之，这意味着磁路的MMF矢量必须形成闭合路径。

[0092] 在图7A和7B的实施例中，每一个磁性子组件30包含五个绕组：两个分支包括一个分裂绕组S和一个扩张器(spreader)绕组V，而其余分支包括仅仅一个分裂绕组。参考图7B的相量图解释了绕组的名称，图7B的相量图是MMF(磁动势)矢量的表示。

[0093] 为了简洁起见考虑在图7B的左上角中的布置，存在用于所考虑的磁性子组件30的一个磁路。在这个磁路中，S1.3作为分裂前导绕组工作，而S1.1是分裂滞后绕组(因为它们分别对应于前导、滞后电流)并且S1.2是同相分裂绕组。

[0094] V3.1和V2在此情形中是扩张器绕组，因为它们闭合由这五个相量形成的两个独立的三角形环路。特别地，V3.1作为用于滞后电流的扩张器绕组工作并且V2作为用于前导电

流的扩张器绕组工作。

[0095] 通常每一个分裂绕组传导一个分裂电流并且每一个扩张器绕组传导一个相电流即 I_{L1} 、 I_{L2} 或者 I_{L3} 或者一个分裂电流 $I_{S1.1}$ 、 $I_{S1.2}$ 、 $I_{S2.1}$ 、 $I_{S2.2}$ 、 $I_{S3.1}$ 、 $I_{S3.2}$ 。扩张器绕组 V 能够传导任何类型的电流。在一个实施例中，该装置的分支的扩张器绕组 V 能够传导同一装置的另一个分支的分裂或者公共电流。在另一实施例中，扩张器绕组 V 能够传导外部且可控的电流。图 7A、7B、8A、8B、9A、9B 涉及其中一个扩张器绕组传导相电流而另一个扩张器绕组传导分裂电流的实施例。

[0096] 图 10A 到 14B 示出两个扩张器绕组均传导分裂电流的本发明的另一个实施例。

[0097] 图 15A 到 15B 示出其中两个扩张器绕组均传导相电流的另一个实施例，并且图 16A 和 16B 示意相同的但是两个扩张器绕组均传导分裂电流的实施例。

[0098] 因此，看起来存在所呈现的图没有穷举的、在本发明的磁性装置中布置并且将绕组相互连接的几个可能性，所述可能性实现用于递送将被馈送到 18 脉冲整流器的、具有所期相位的九个相等电流。必须理解，本发明不限于具体的布置，而是涵盖落入所附权利要求的范围中的所有装置。

[0099] 装置 1 包括如在图 7A 到 16B 中所示的包括十五个绕组的装置，即用于每一个磁性子组件 30 的五个绕组（具有两个绕组的两个缠绕分支和用于每一个缠绕分支的其余一个绕组），图 7A 到 16B 示意在磁性子组件 30 上的五个绕组的所有可能的组合。

[0100] 因为某些能量能够被存储在该装置的至少一个气隙内侧的磁场中，或者在包围该装置的空间中，所以能够观察到在电力网 100 的每一个电压相量和磁性装置的相应的输入电流 I_{L1} 或者 I_{L2} 或者 I_{L3} 之间的、图 3A 所示的滞后角度或者相移角度 δ 。在此情形中，电感器功能被集成在该装置中。而且电感的值易于控制。

[0101] 磁性装置 1 在功率转换器中的使用允许使用 18 二极管整流器并且因此消除第 5 阶和第 7 阶、第 11 阶和第 13 阶、第 23 阶和第 25 阶、第 29 阶和第 31 阶谐波。测试已经示出总谐波失真 (THD) 能够低于大约 5%。例如在具有 DC 链路扼流圈的 6 二极管整流器的情形中，谐波未被消除并且 THD 不高于 35%。

[0102] 如在图 7A、8A、15A 和 16A 的电路中所示，根据本发明的装置 1 包含属于相 L1、L2、L3 的三条公共路径和九条分裂路径。当这个装置在 AC/DC 功率整流器中使用并且然后电流从 AC 输入流至 DC 输出时，如上所述，装置 1 作为相移电流分裂器工作。事实上在公共路径中流动的电流被分裂成在分裂路径中流动的三个或者更多相同但是相移的分量。在另一实施例中，分裂路径的数目能够更高。

[0103] 有利地，装置 1 能够在 DC/AC 功率转换器中使用。在这种情形中，电流从 DC 输入流至 AC 输出并且装置 1 作为相移电流融合器工作。事实上，在分裂路径中流动的电流融合到公共路径中。在此情形中，分裂路径的数目也能够是三或者更大。

[0104] 换言之，对于能够连接到三相电力网 100 的三条输入线路的每一个相，能够使用相移电流分裂器/融合器装置 1。当这个装置作为分裂器工作时，它将输入电流分裂成具有可控相移和振幅的三个或者更多分裂电流；当它作为融合器工作时，它将具有可控相移和振幅的三个或者更多分裂电流组合成输出电流。

[0105] 根据本发明的装置 1 的公共路径能够包括零（图 10A 到 14A 和 16A）、一个（图 7A 到 9A）或者两个扩张器绕组（图 15A）。每一条分裂路径能够包括一个分裂绕组（图 11A 到 12A 和 17A

到18A)或者一个分裂绕组和一个或者两个扩张器绕组(图7A到10A和13A到16A)。根据在公共和分裂路径中绕组的数目和位置,能够构建包括不同种类的装置的分类。在某些布置即图15A和15B以及17A的那些中,两个扩张器绕组传导相同的公共电流。在由图7A到9A和17B的实例表示的另一个类别中,一个扩张器传导相电流,并且另一个扩张器传导分裂电流。如在图10A到12A和17C中看到的另一个类别分组其中扩张器传导两个不同的分裂电流的布置。最后,其中两个扩张器传导相同的分裂电流的装置落入在图17D和16A中示意的最后类别中。

[0106] 绕组的匝数被选择成使得在分裂路径中流动的分裂电流的基本频率分量的振幅是相同的并且在分裂电流的基本频率分量之间的相移等于预定角度。在一个优选实施例中,这个角度的值为 0° 和 $\pm 20^\circ$ 。

[0107] 图18A示意包括根据本发明的一个实施例的磁性构件或者装置1的AC/DC功率整流器。

[0108] 因为集成装置1本质上是电感性的,所以它允许消除图1A的分离电感器400,从而与现有技术比较进一步节约材料、成本和体积。

[0109] 装置1具有九个输出,因为它将三个公共电流中的每一个分裂成三个分裂电流。这些输出被发送到18二极管整流器。这些二极管的输出如在图18A中所示地被组合以形成DC输出。在此情形中,在分裂路径中流动的三个电流之间的相差的值等于 0° 和 $\pm 20^\circ$ 并且然后第5和第7阶、第11阶、第13阶、第23阶、第25阶、第29阶和第31阶谐波被消除。

[0110] 每一个磁性子组件30能够被视为属于某个相:在图18A中示意的实例中,第一磁性子组件30能够被视为属于L1的相,因为L1的分裂电流在这个磁性子组件的电流输出I_{1,1}、I_{1,2}、I_{1,3}中流动。

[0111] 如在图18A中由装置1上方的箭头指示地,功率流是单向的并且特别地它从AC流至DC。

[0112] 图18C和18B示出在图18A中的装置1的绕组放置和所产生的MMF相量图。能够理解,这个结构与在图15B中的最右实例相同,差异在于在图18C中表示整个装置1而非单一子组件。

[0113] 如所讨论的那样,还能够在DC/AC逆变器中使用装置1作为融合器。如描述地,在这种情形中装置1作为电流融合器工作。DC/AC转换器包括与18个二极管并联的受控开关的18或者更大脉冲桥。在一个实施例中,这些有源开关是晶体管或者绝缘栅双极晶体管(IGBT)。驱动电路被布置成改变有源开关的状态。

[0114] 当装置1在DC/AC逆变器中使用时,它将三个或者更多分裂电流融合成公共相电流。

[0115] 在三相电力网100和18脉冲整流器之间连接的装置1产生预定方向的DC电流和预定极性的DC电压。如果在18脉冲整流器中替代二极管地使用SCR,则DC电压能够改变它的值和极性。所得到的相控转换器能够作为AC/DC整流器或者DC/AC逆变器(二象限转换器)工作。

[0116] 根据本发明的独立方面,如在图19中由装置1上方的箭头指示地,在转换器中AC和DC部分之间的功率流能够是双向的。参考700事实上指示电力负荷和电源这两者。在这种情形中,18脉冲整流器的每一个二极管具有并联的受控开关以形成双向前端。这些开关的控

制电路未被示出。

[0117] 这种双向前端功率转换器能够有利地被用于具有再生制动器的列车、电动车辆或者升降机的马达：车辆的某些动能和/或势能（由于升高）能够被转换成有用的能量形式，而不是如传统的电阻性制动器那样将其作为热量耗散并且经转换的能量能够被反馈到电力网中以由其它车辆使用。

[0118] 最后，为了简洁起见，已经仅仅参考18脉冲系统描述了本发明，但是通过相应地增加绕组和缠绕分支的数目，它能够延伸至任何数目的相。图20示出具有三个子组件的该创造性装置的变型，每一个子组件在四个缠绕分支中具有八个绕组。

[0119] 该低谐波双向前端功率转换器包括

[0120] -三相电力线100，

[0121] -如所描述的集成磁性装置1，

[0122] -带有反并联二极管的一组18个有源开关，

[0123] -DC电源或者DC负荷700。

[0124] 根据本发明的集成磁性装置能够有利地被用于电池充电或者与太阳能面板相组合地使用或者用于公共照明领域中。

[0125] 使用这种集成装置的优点是：

[0126] -减小谐波，

[0127] -高可靠性，

[0128] -低噪声，即低EMI，

[0129] -高效率。

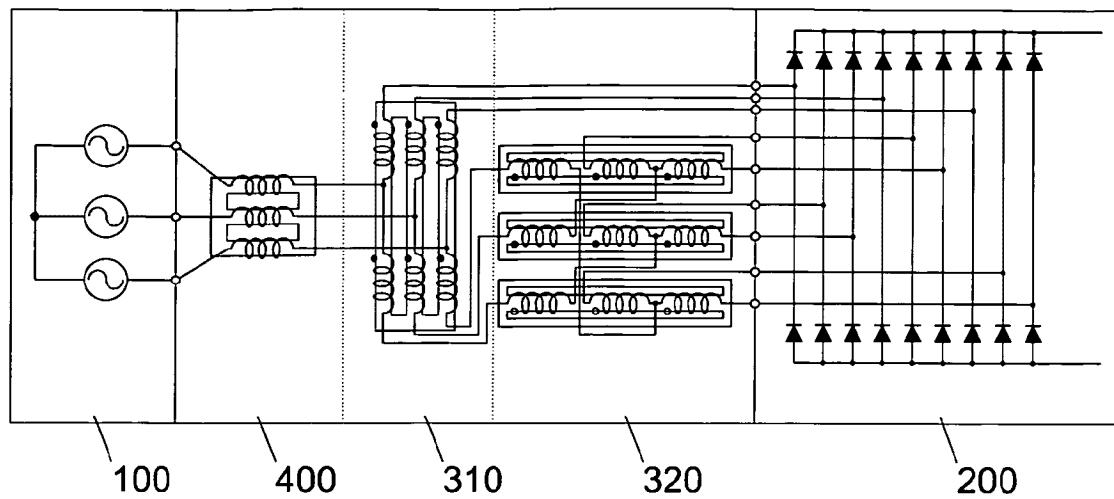


图 1A(现有技术)

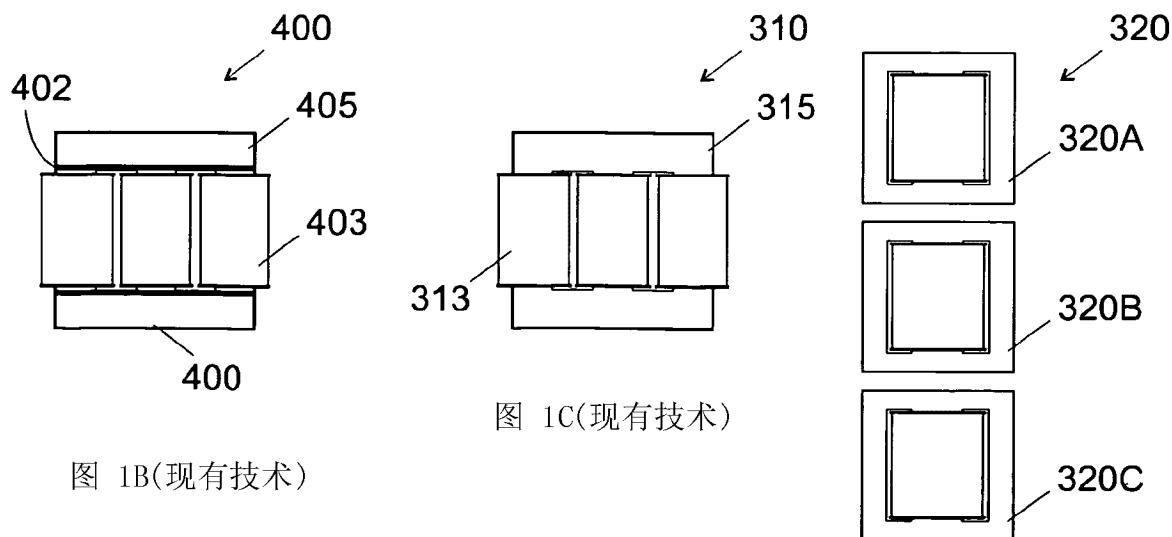


图 1B(现有技术)

图 1C(现有技术)

图 1D(现有技术)

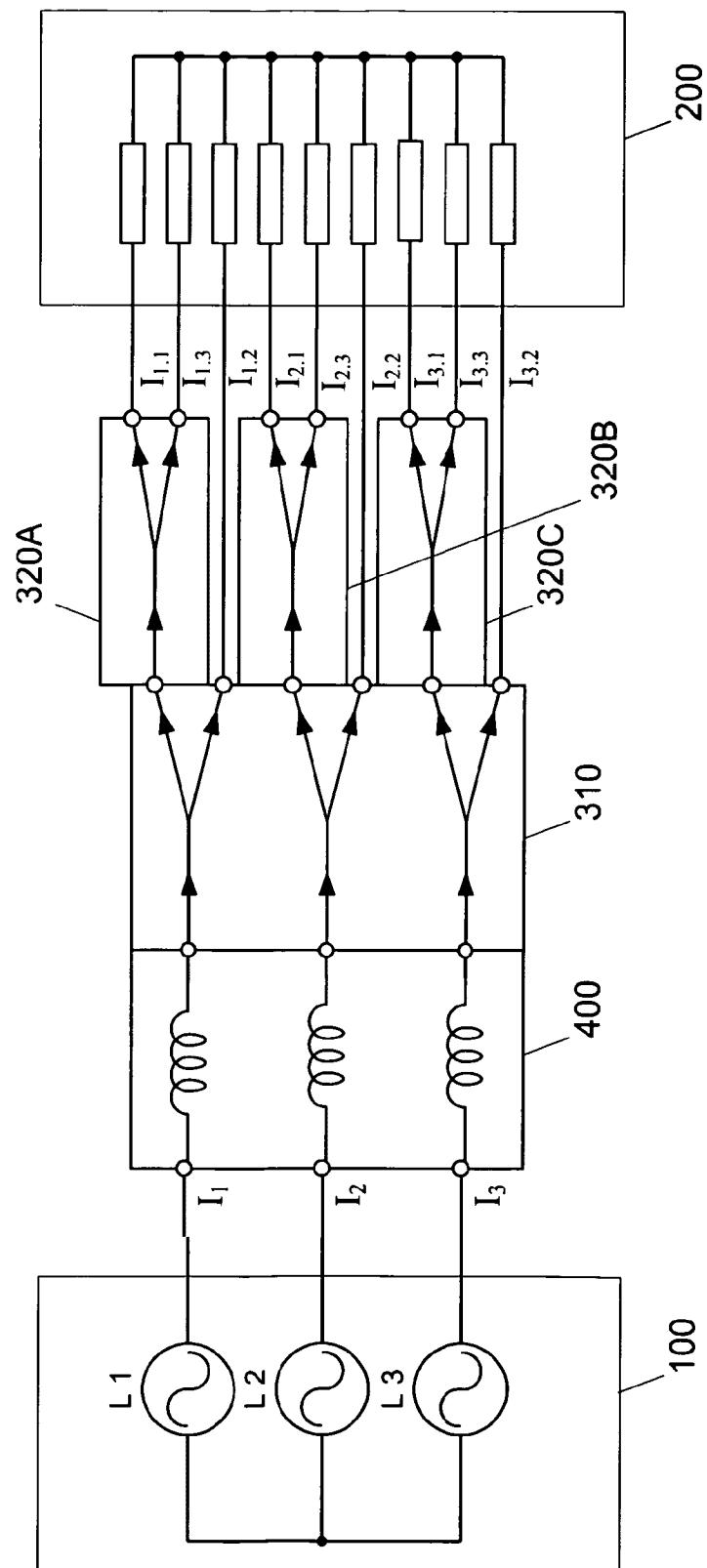


图 2(现有技术)

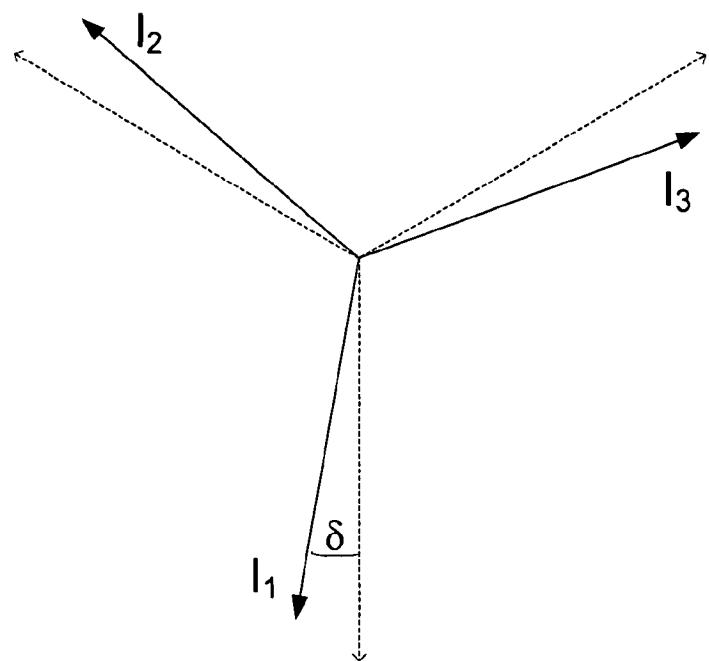


图 3A(现有技术)

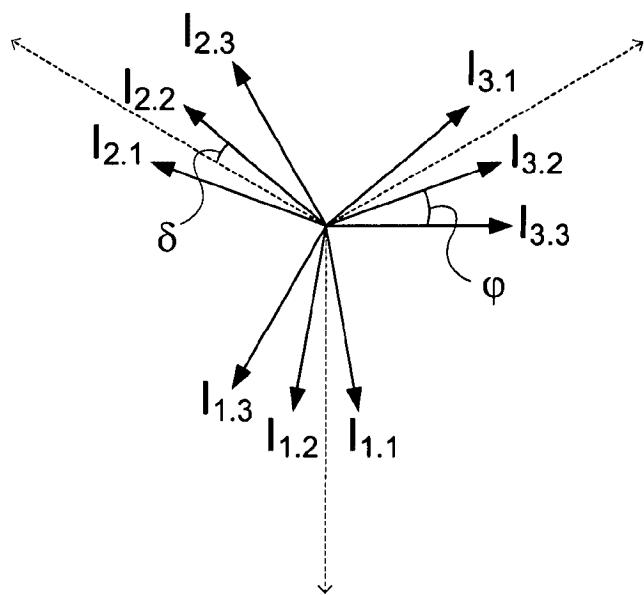


图 3B(现有技术)

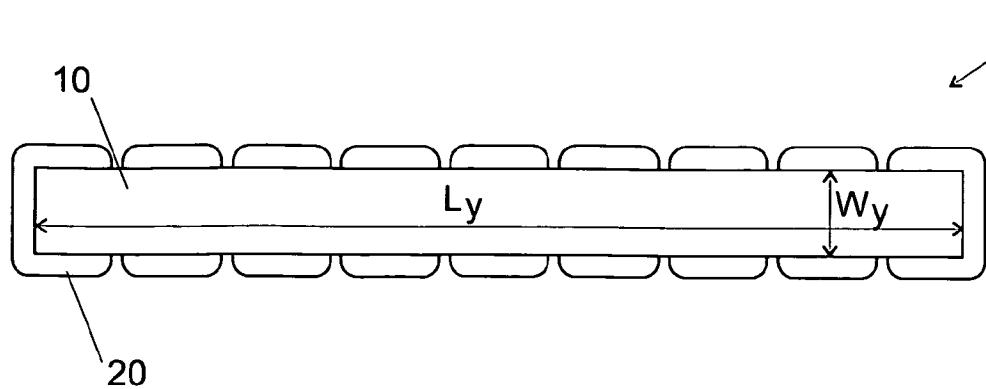


图 4A

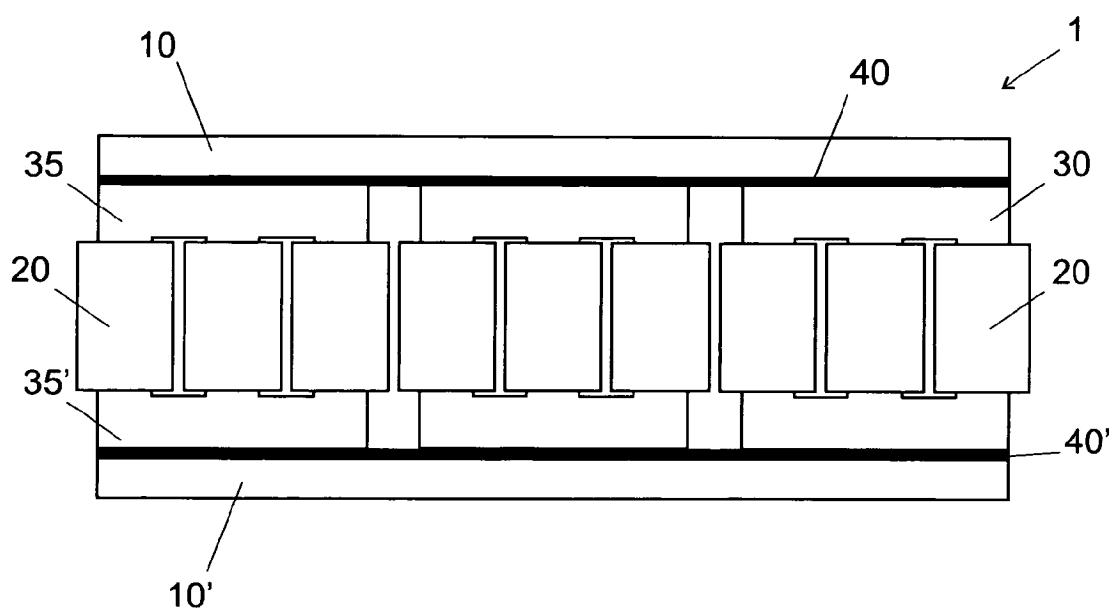


图 4B

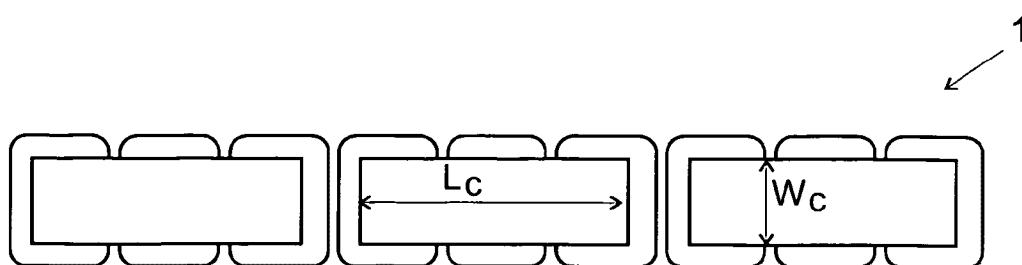


图 4C

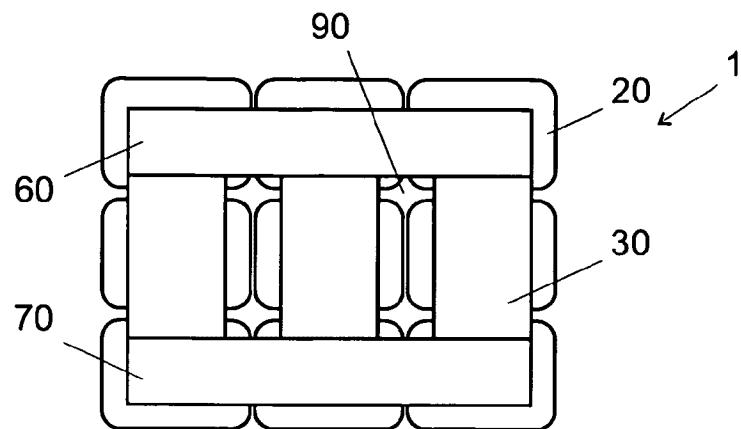


图 5A

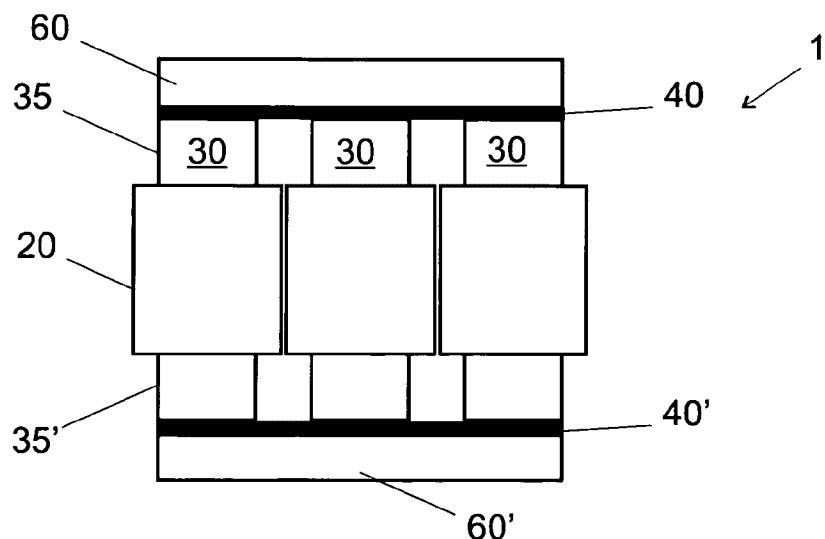


图 5B

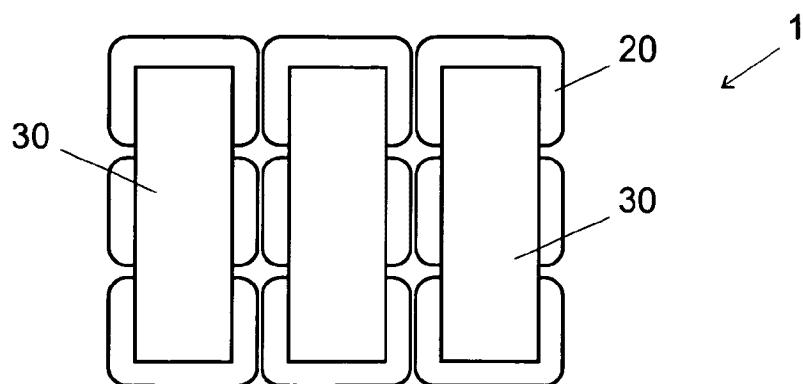


图 5C

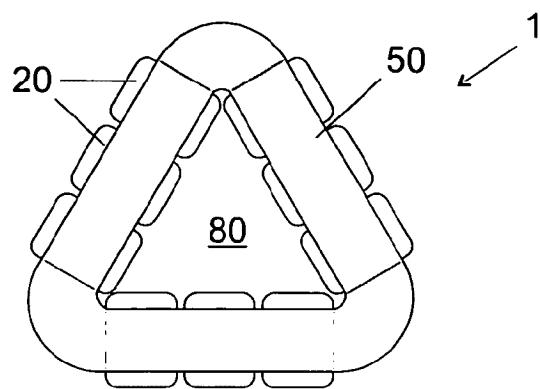


图 6A

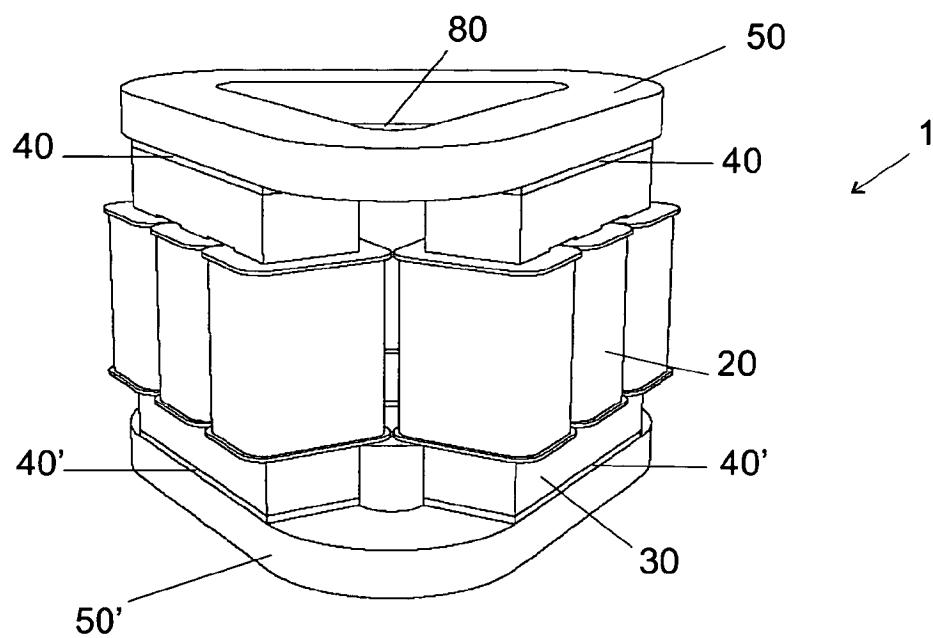


图 6B

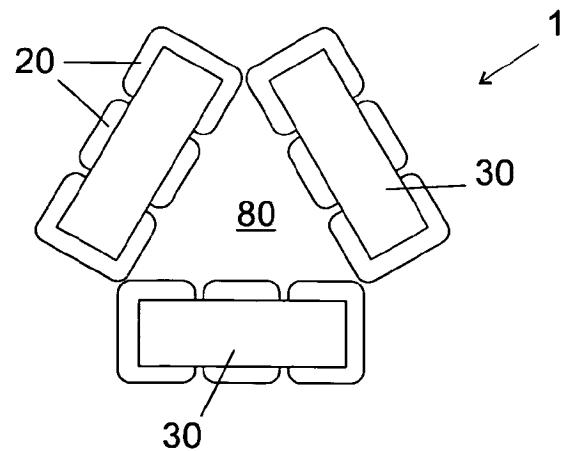


图 6C

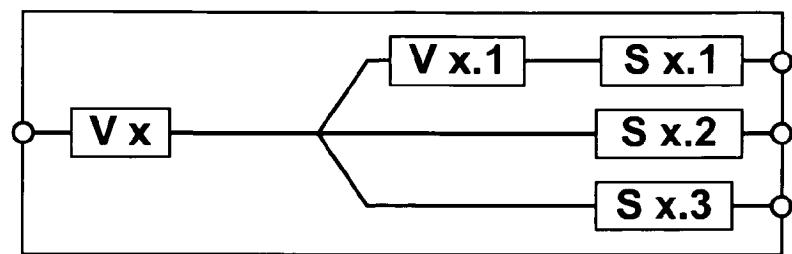


图 7A

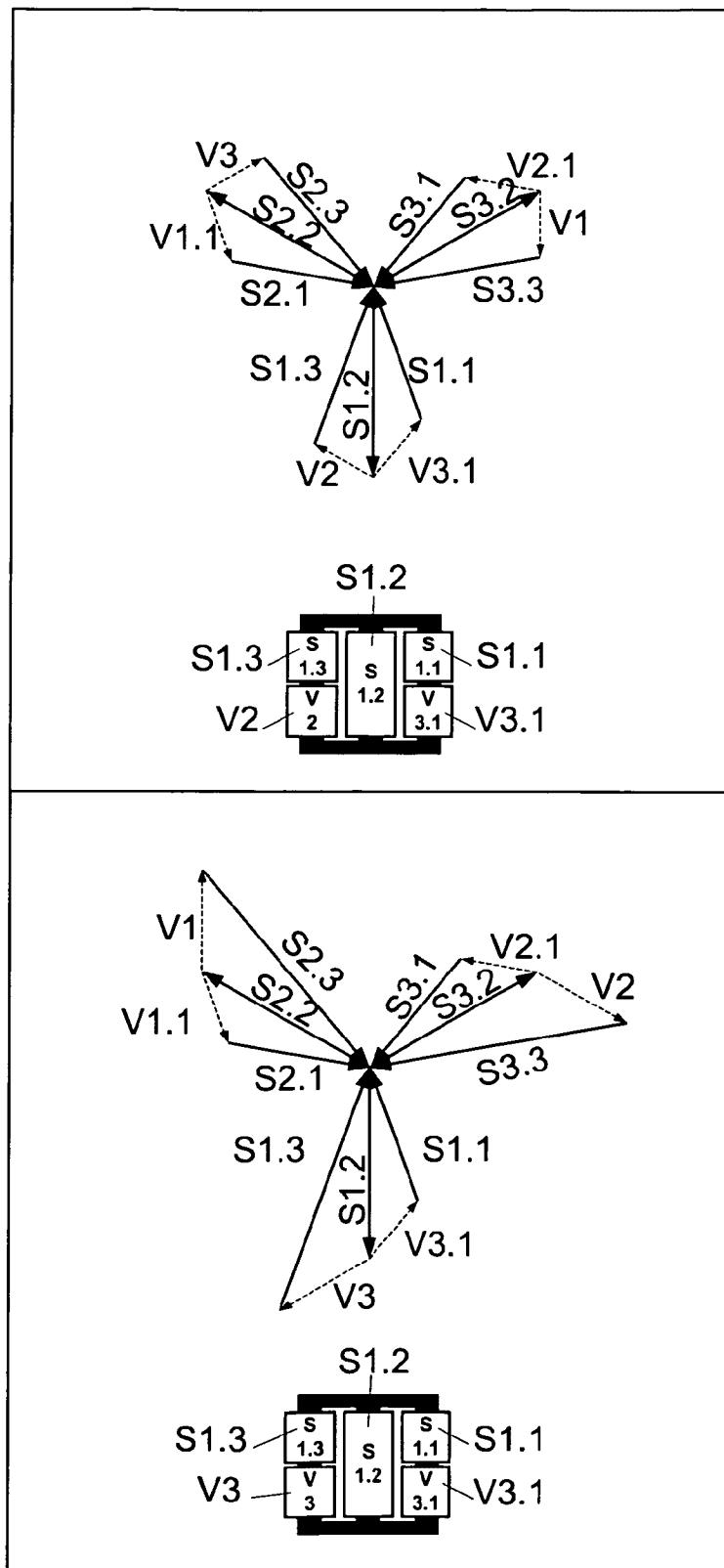


图 7B1

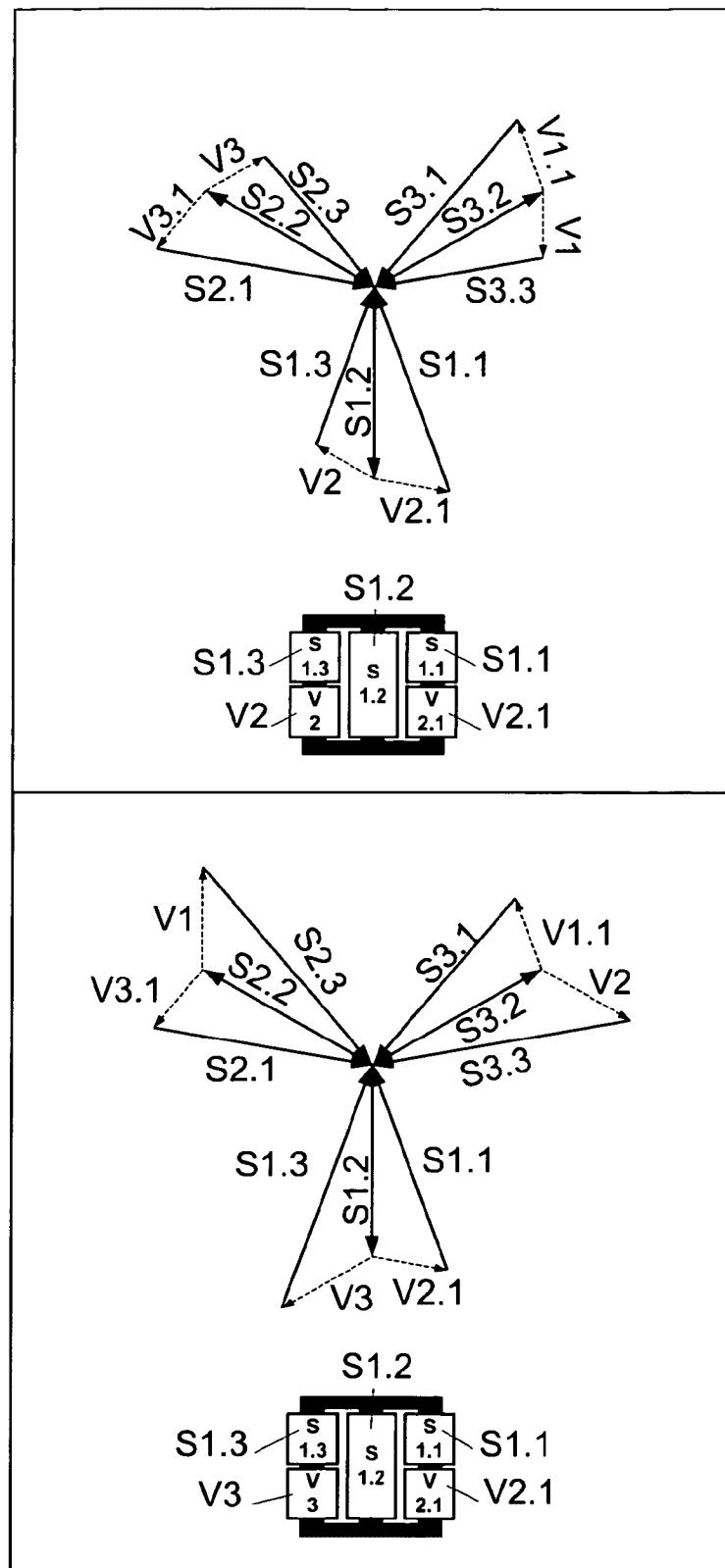


图 7B2

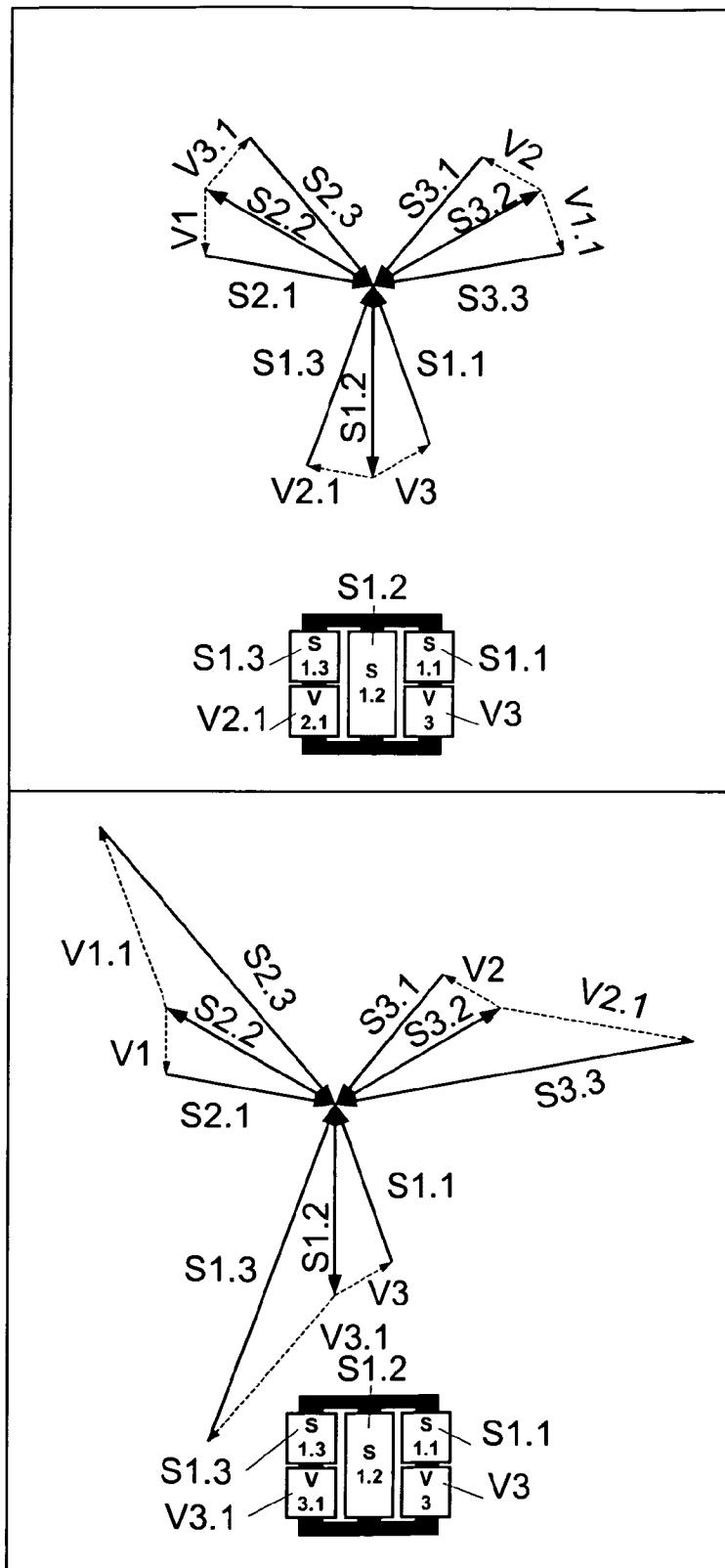


图 7B3

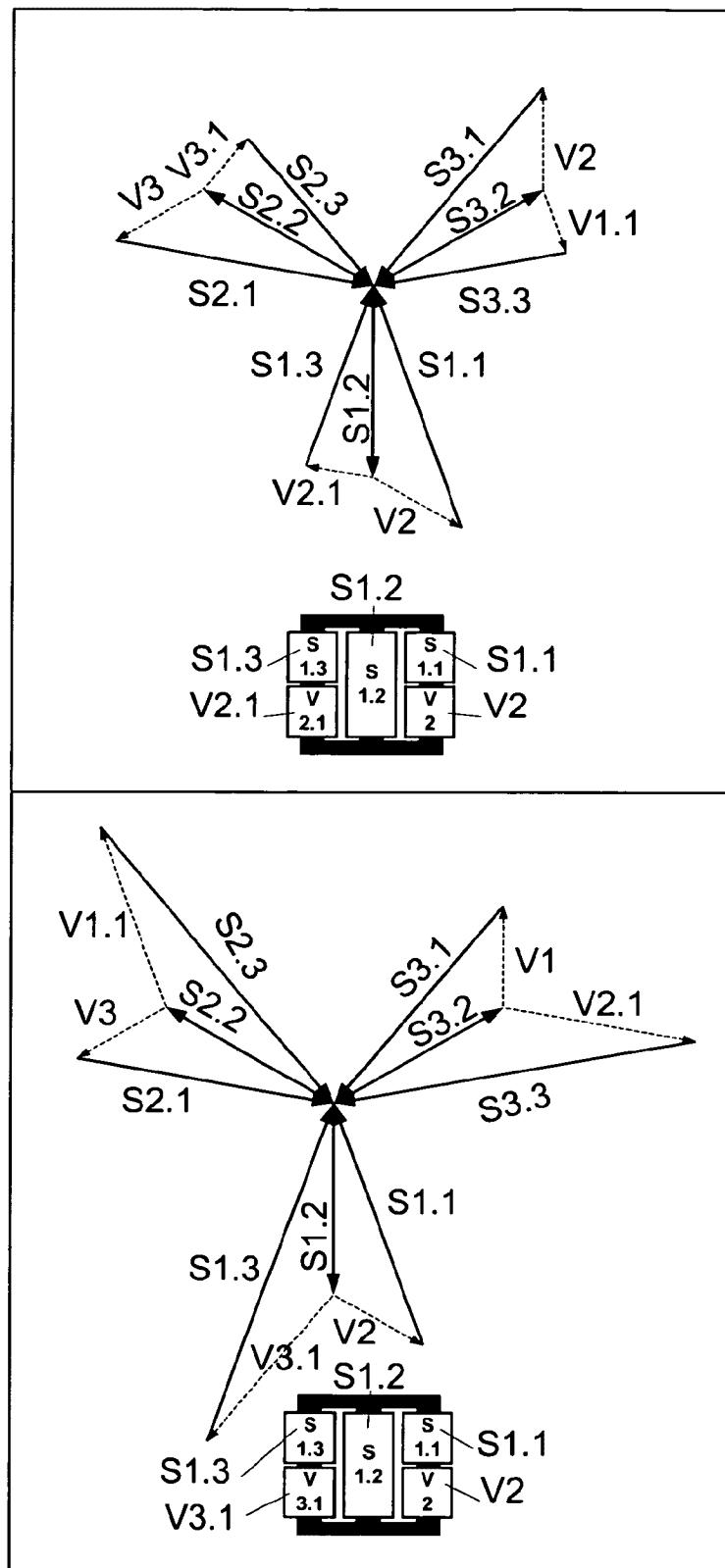


图7B4

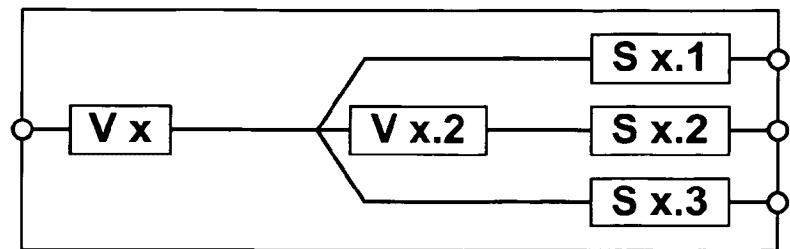


图 8A

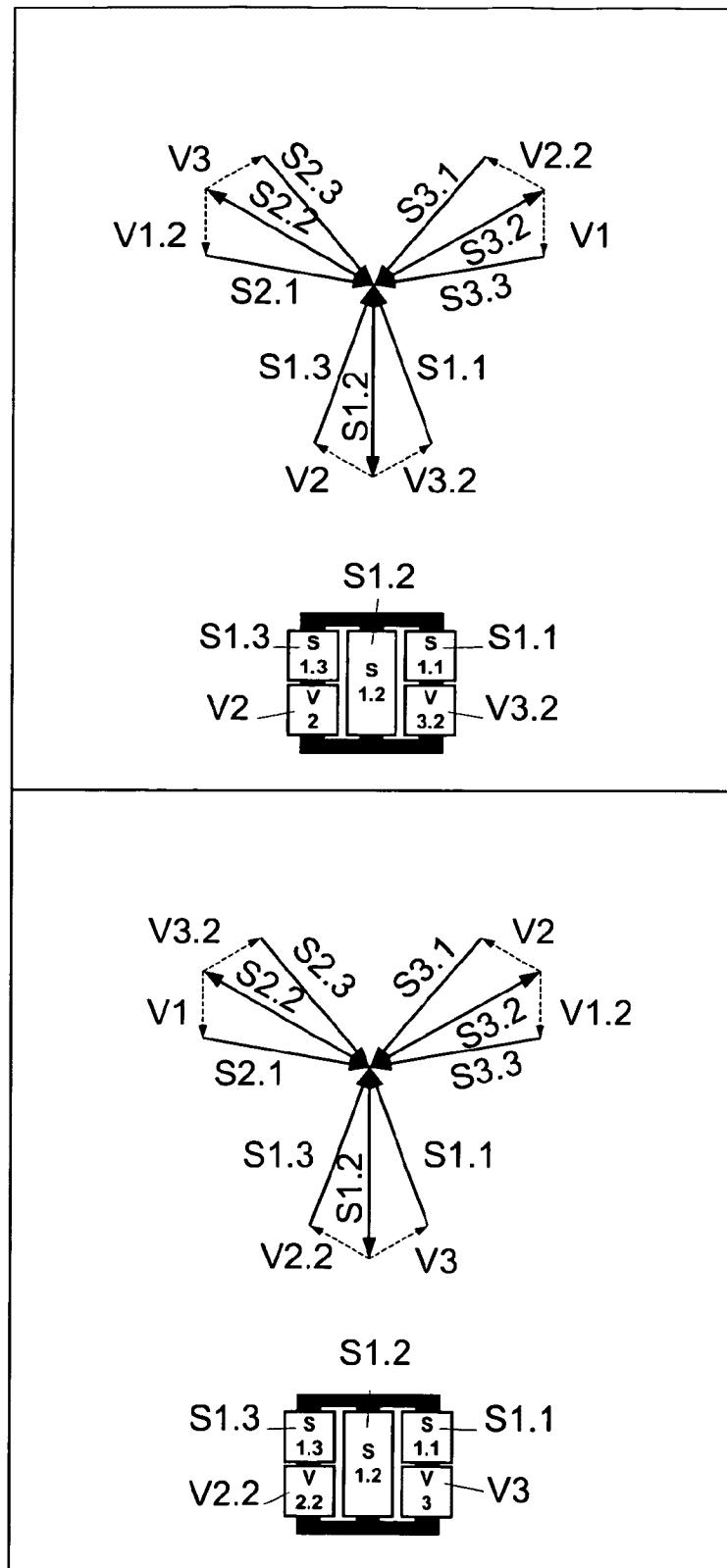


图 8B1

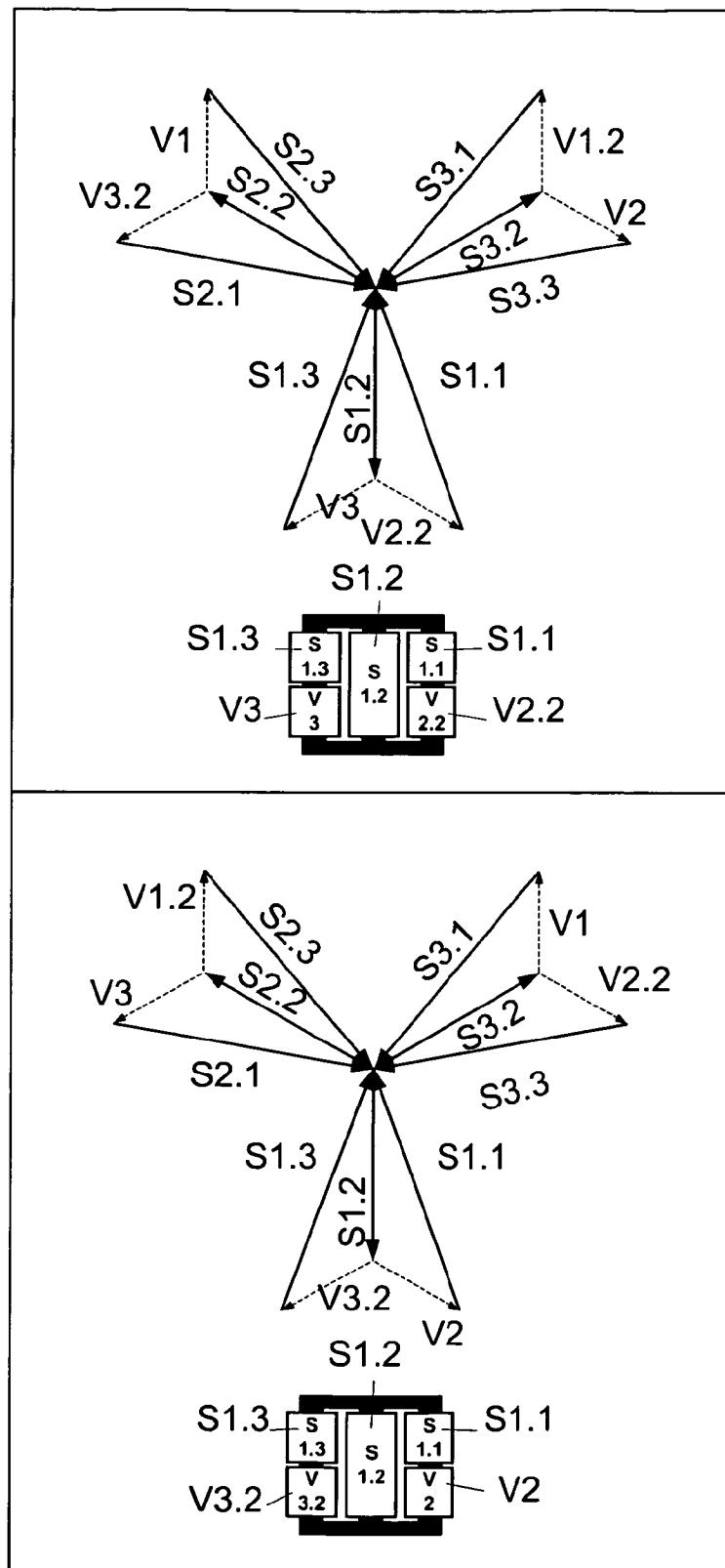


图 8B2

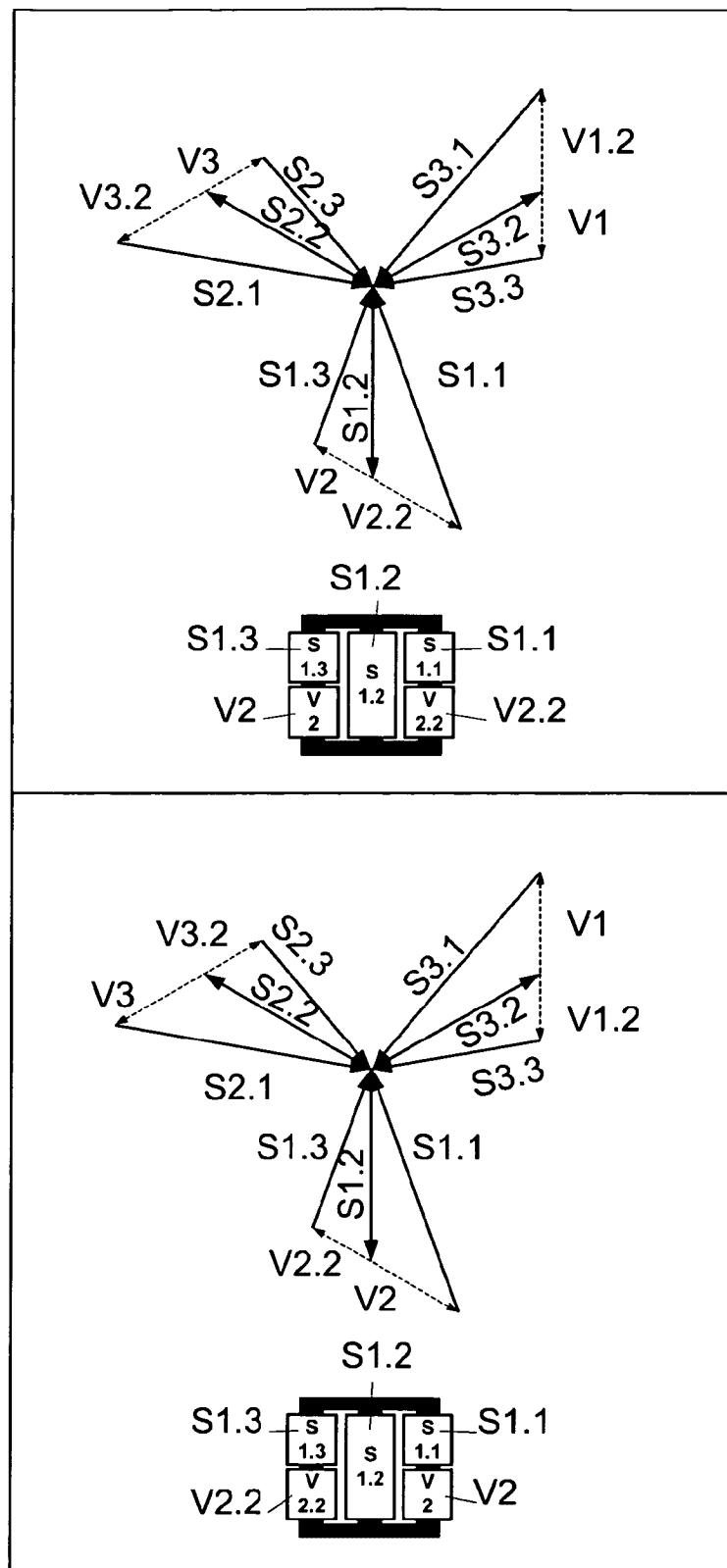


图 8B3

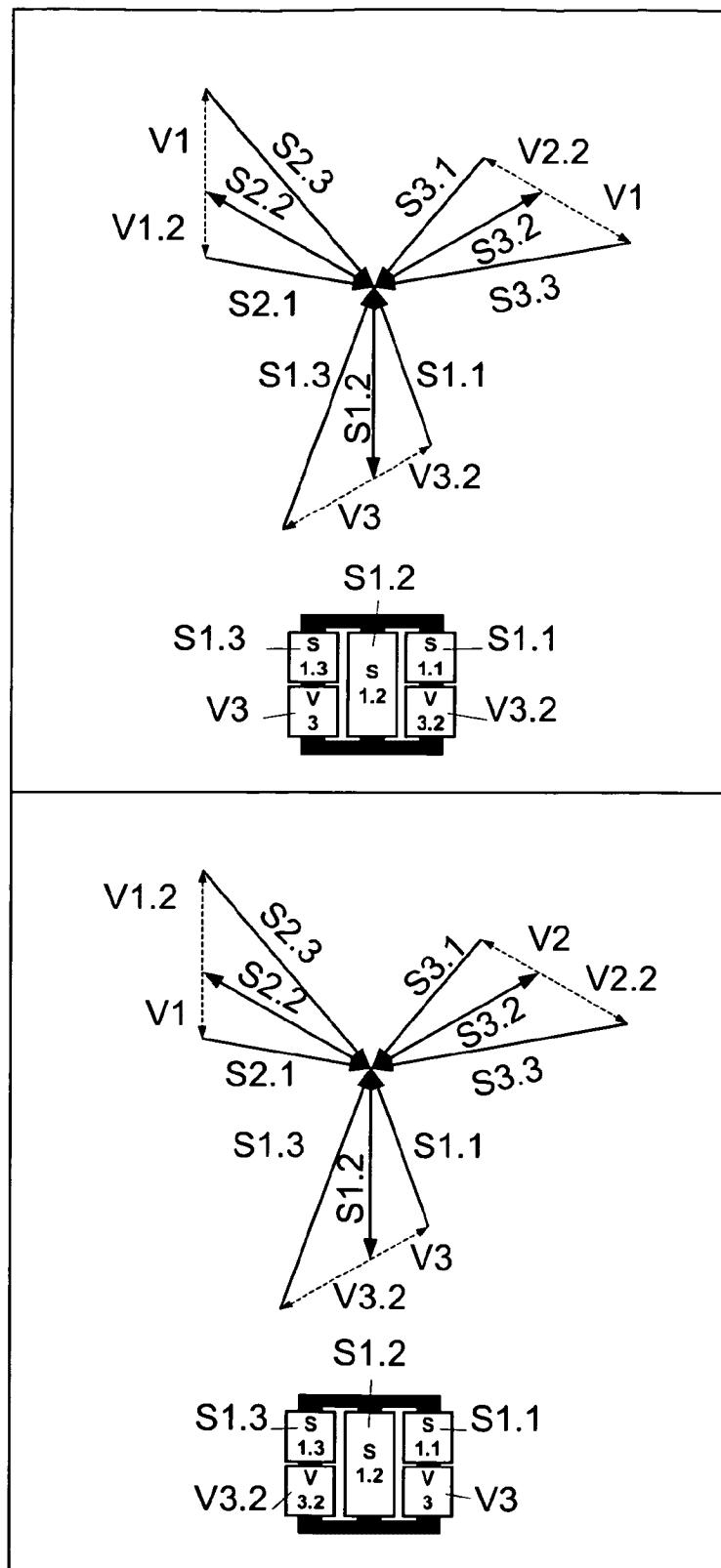


图 8B4

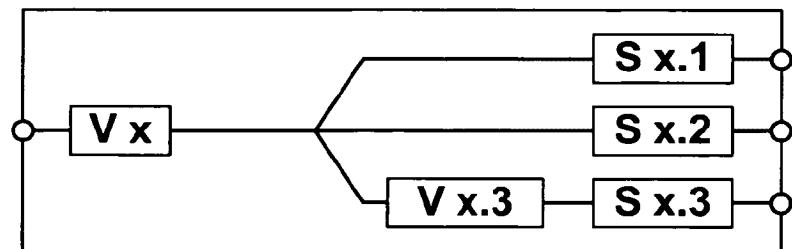


图 9A

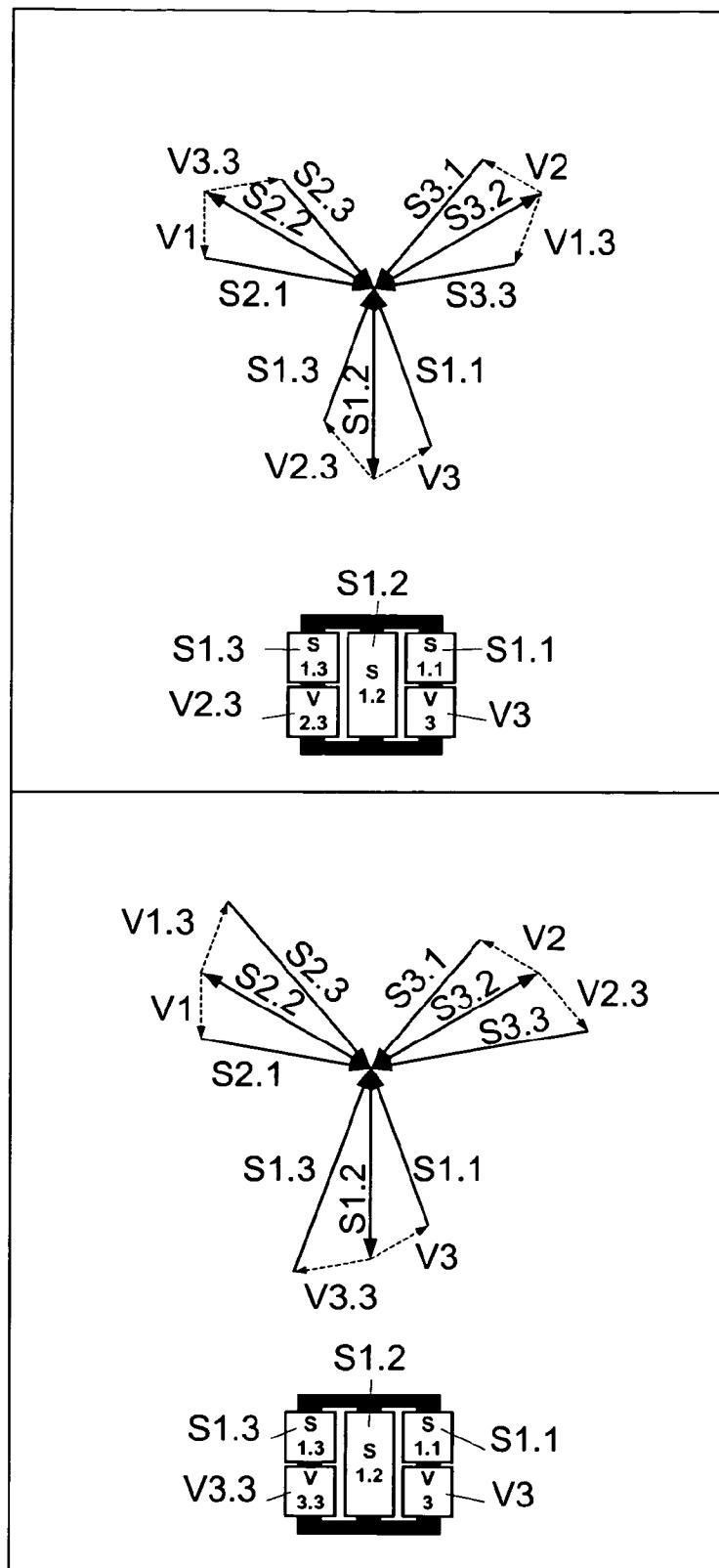


图 9B1

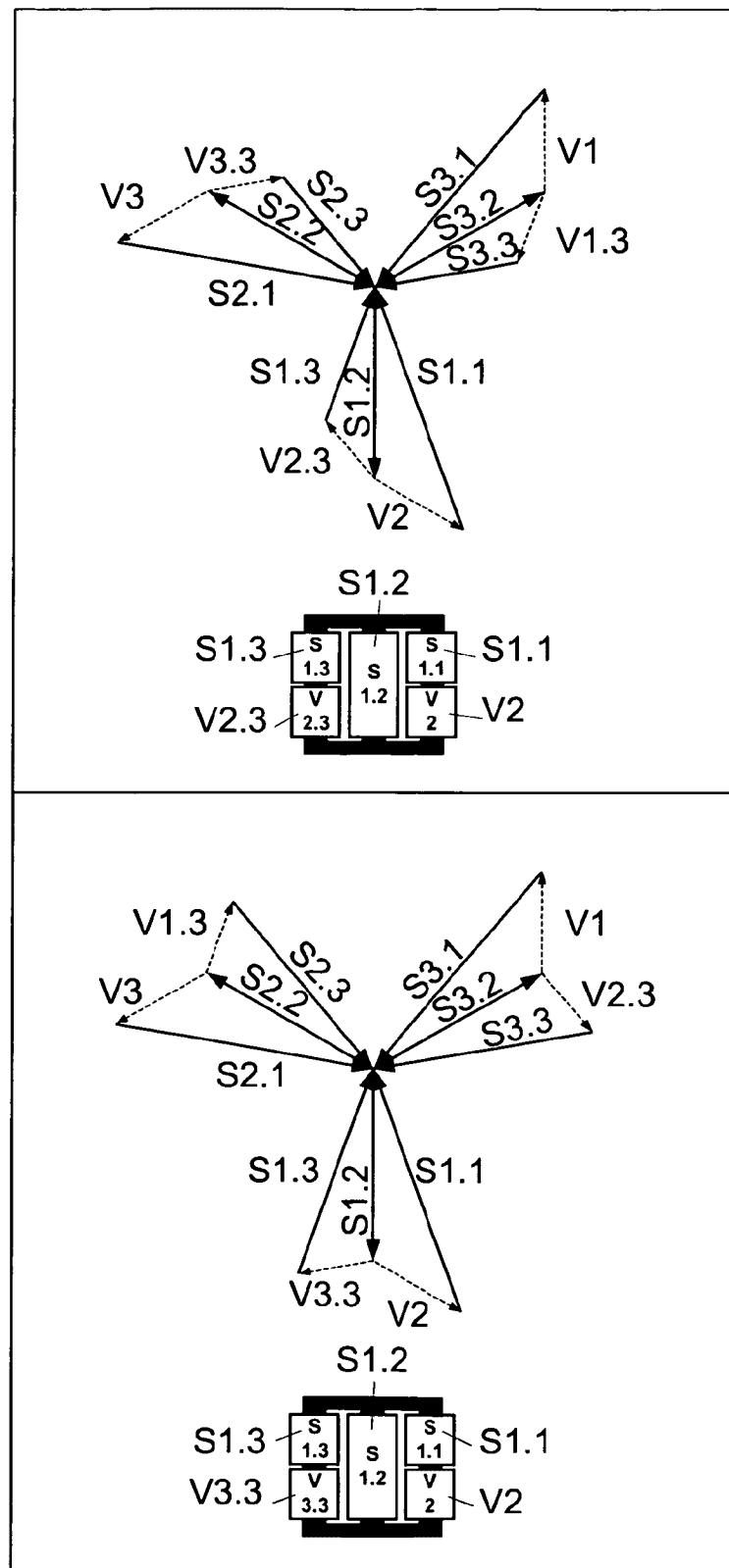


图 9B2

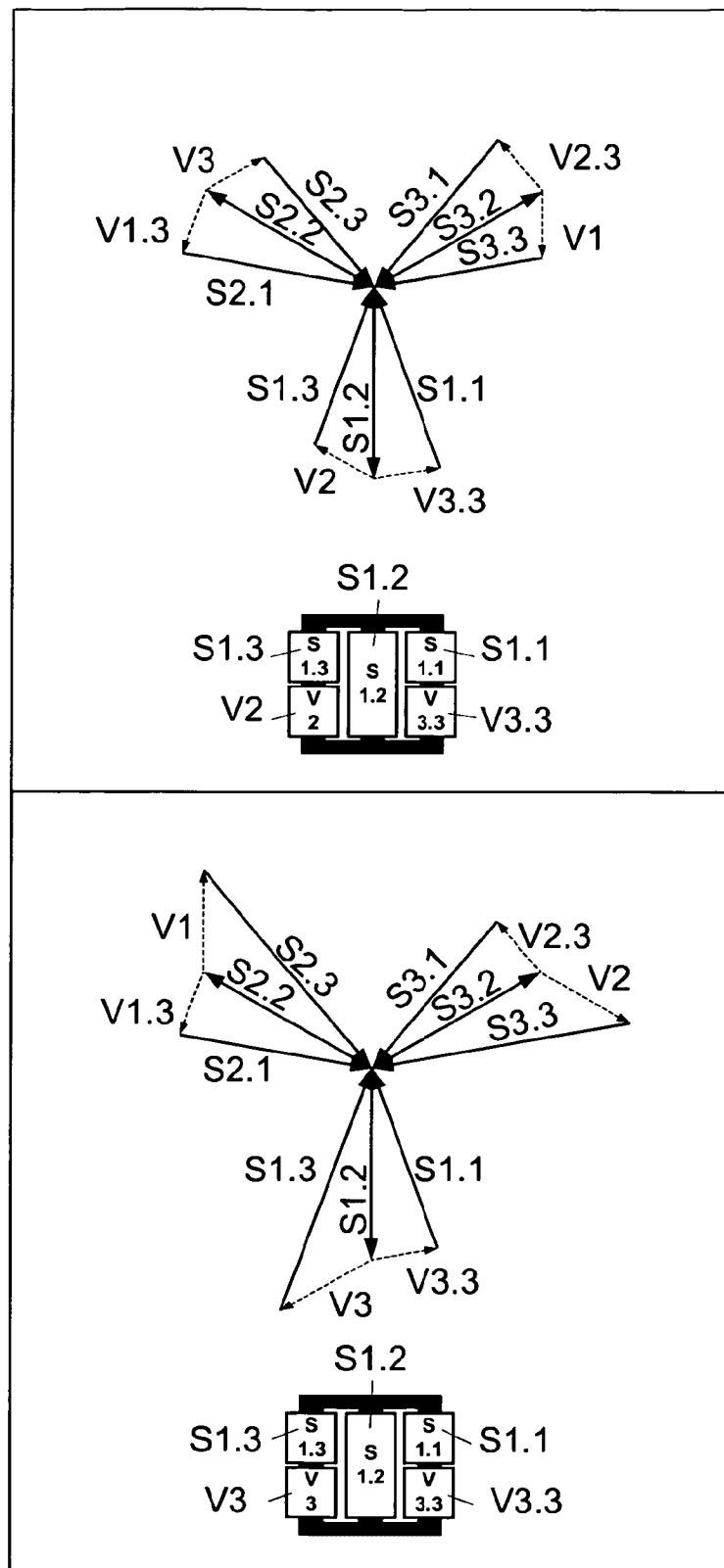


图 9B3

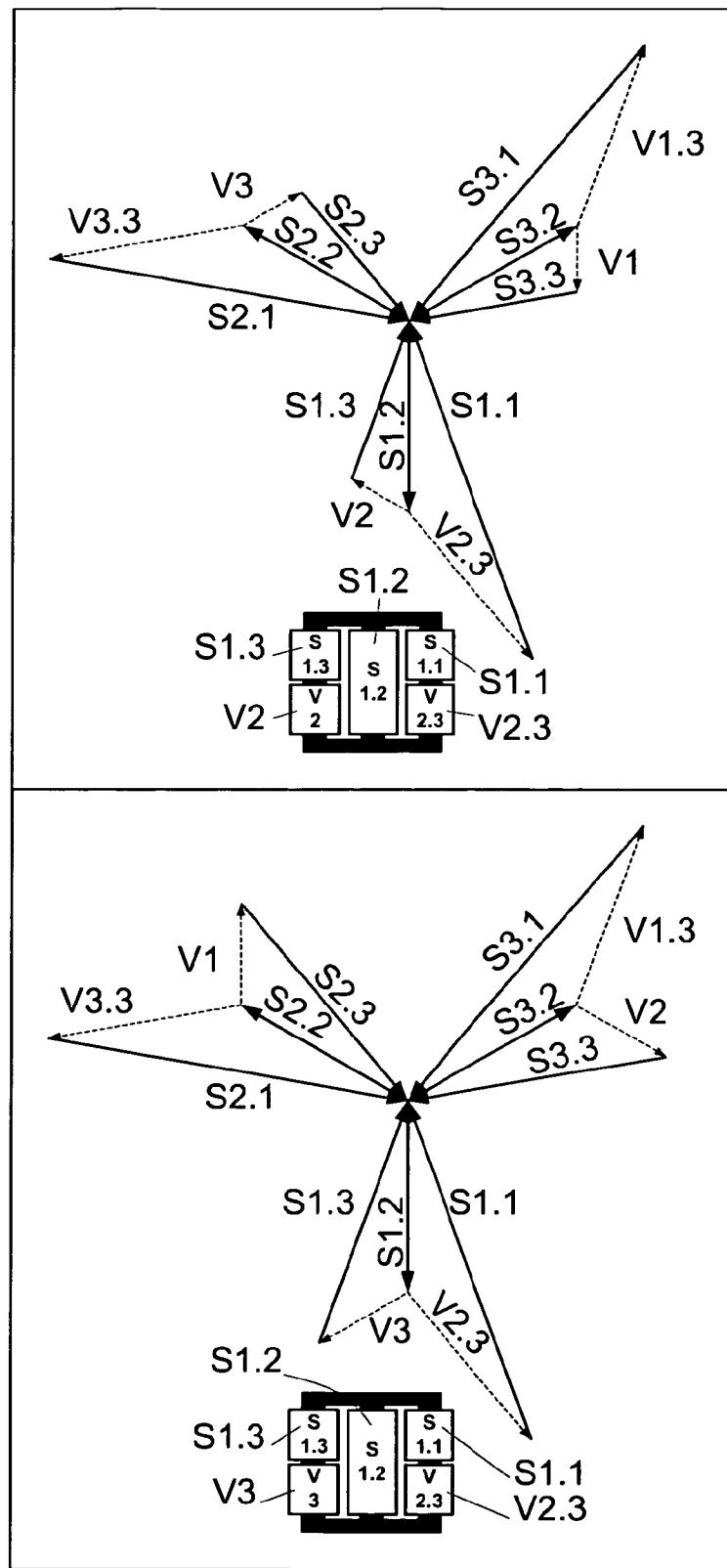


图 9B4

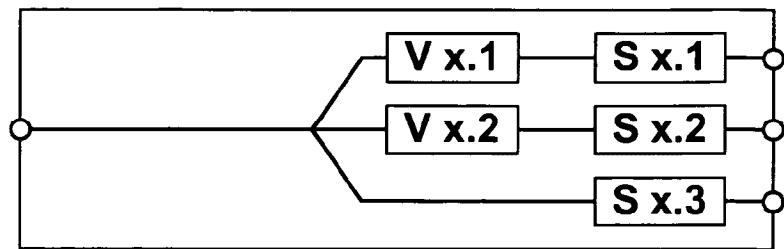


图 10A

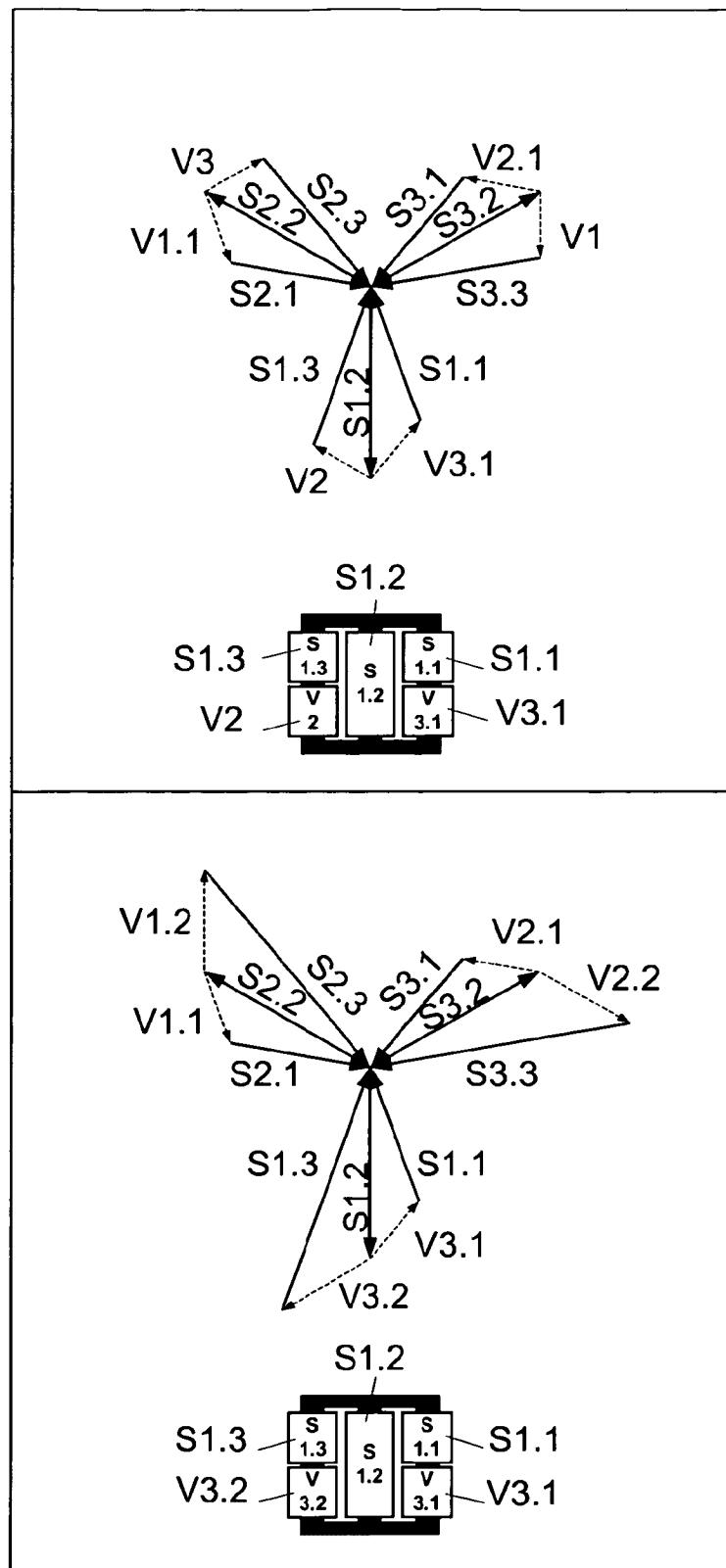


图 10B1

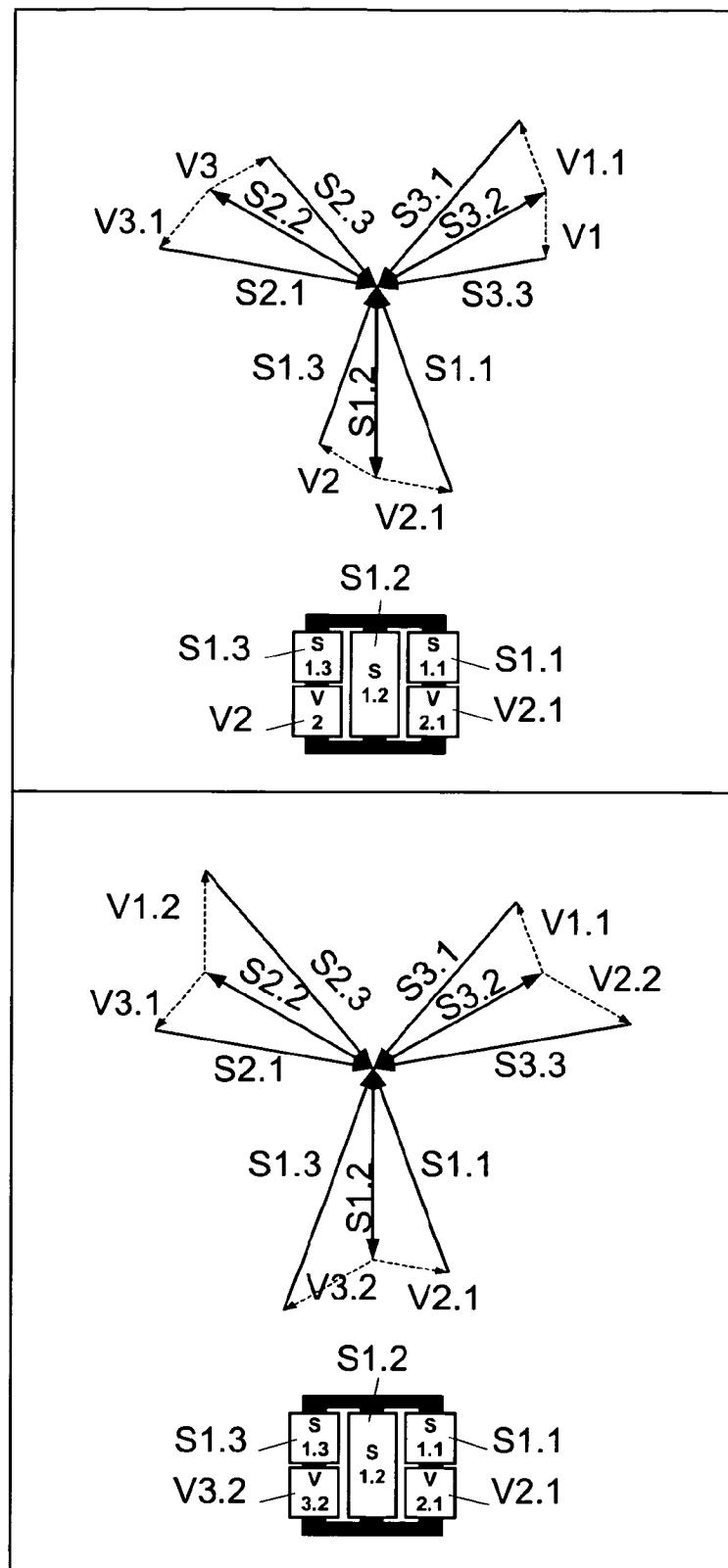


图 10B2

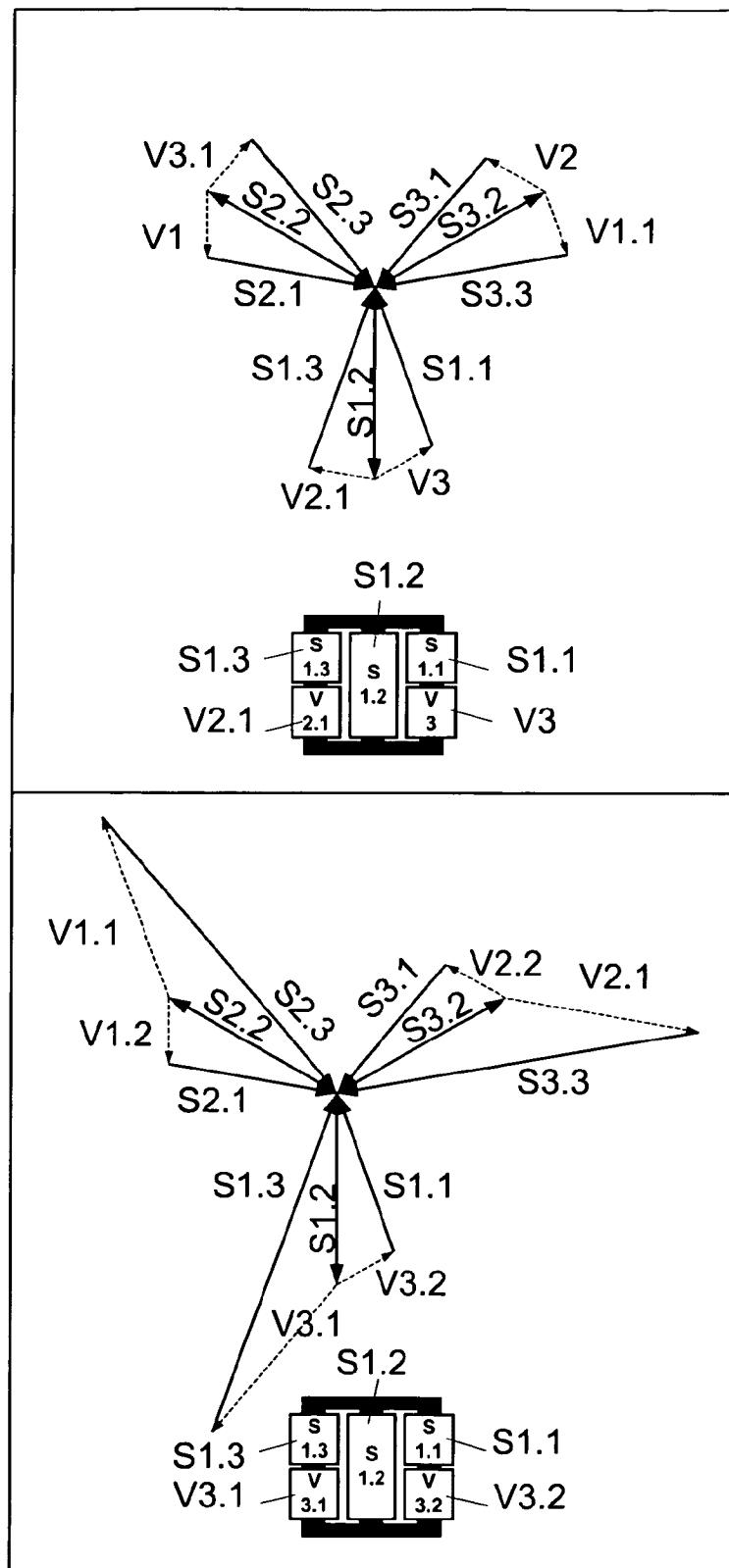


图 10B3

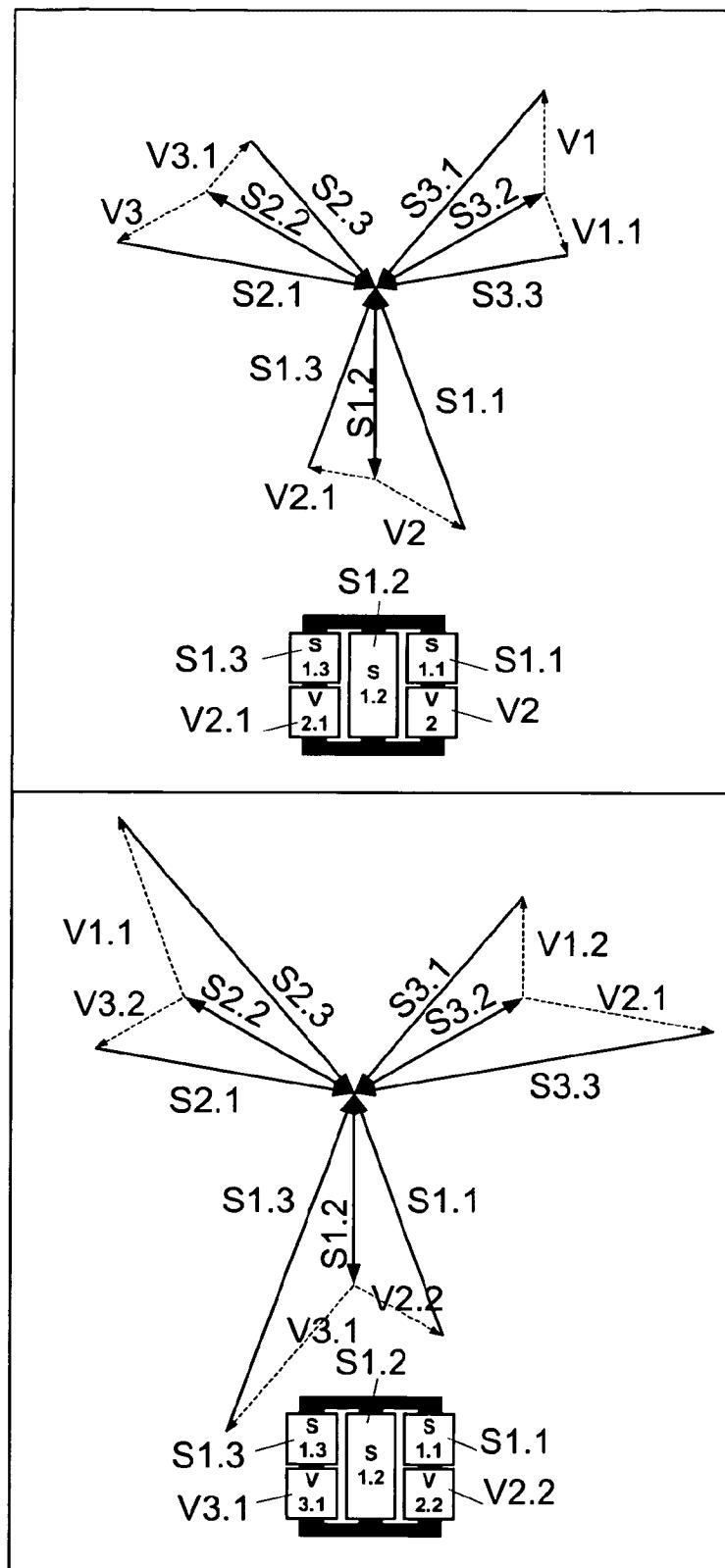


图 10B4

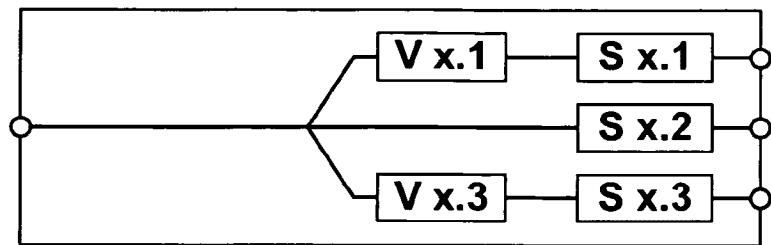


图 11A

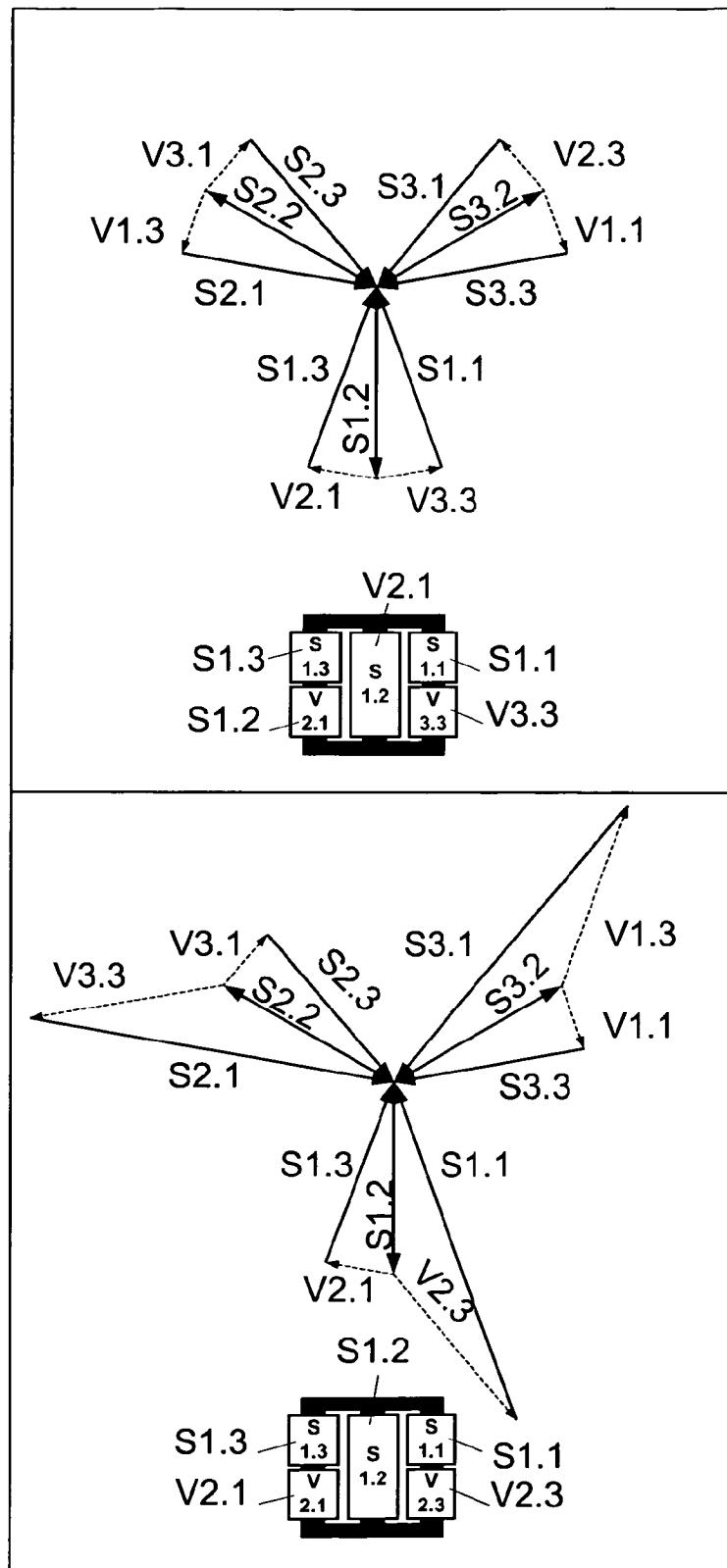


图 11B1

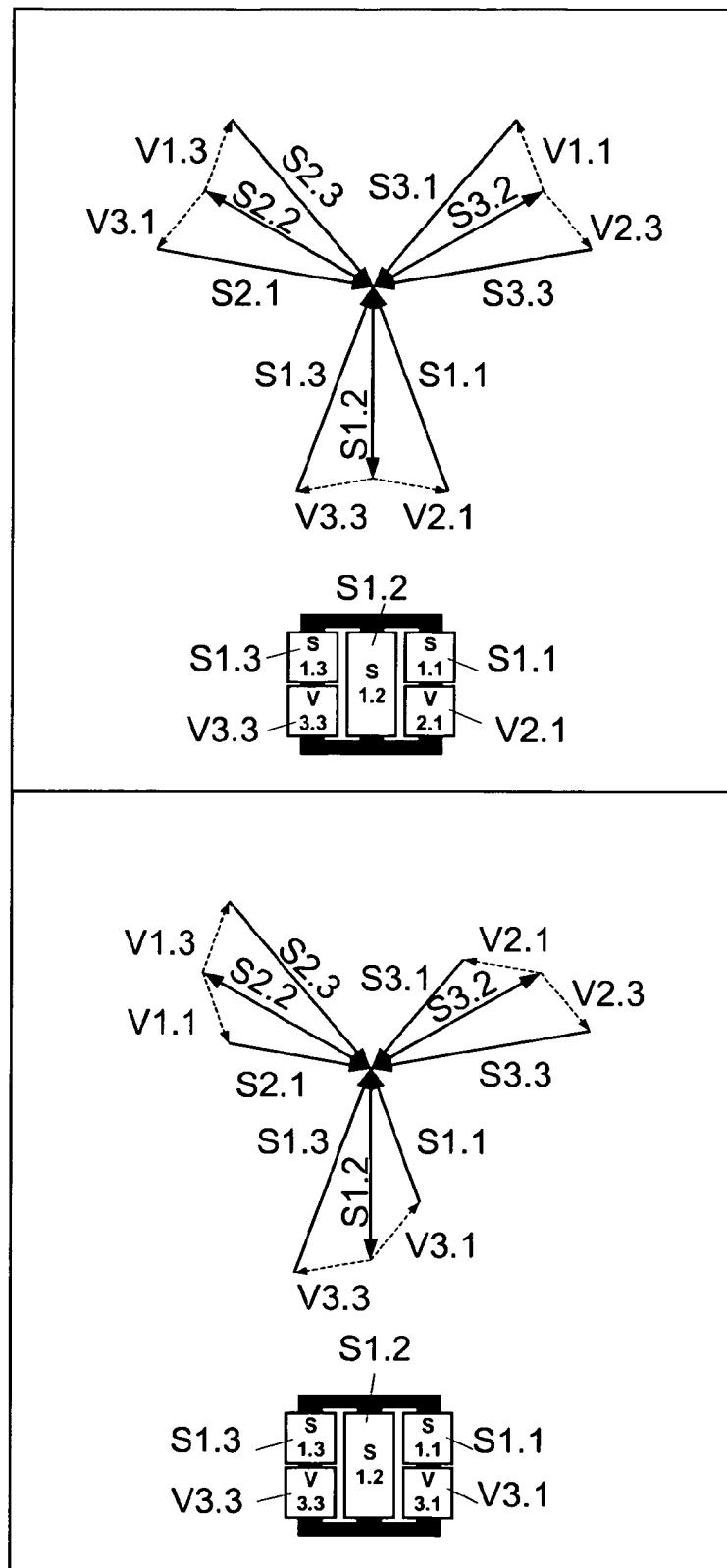


图 11B2

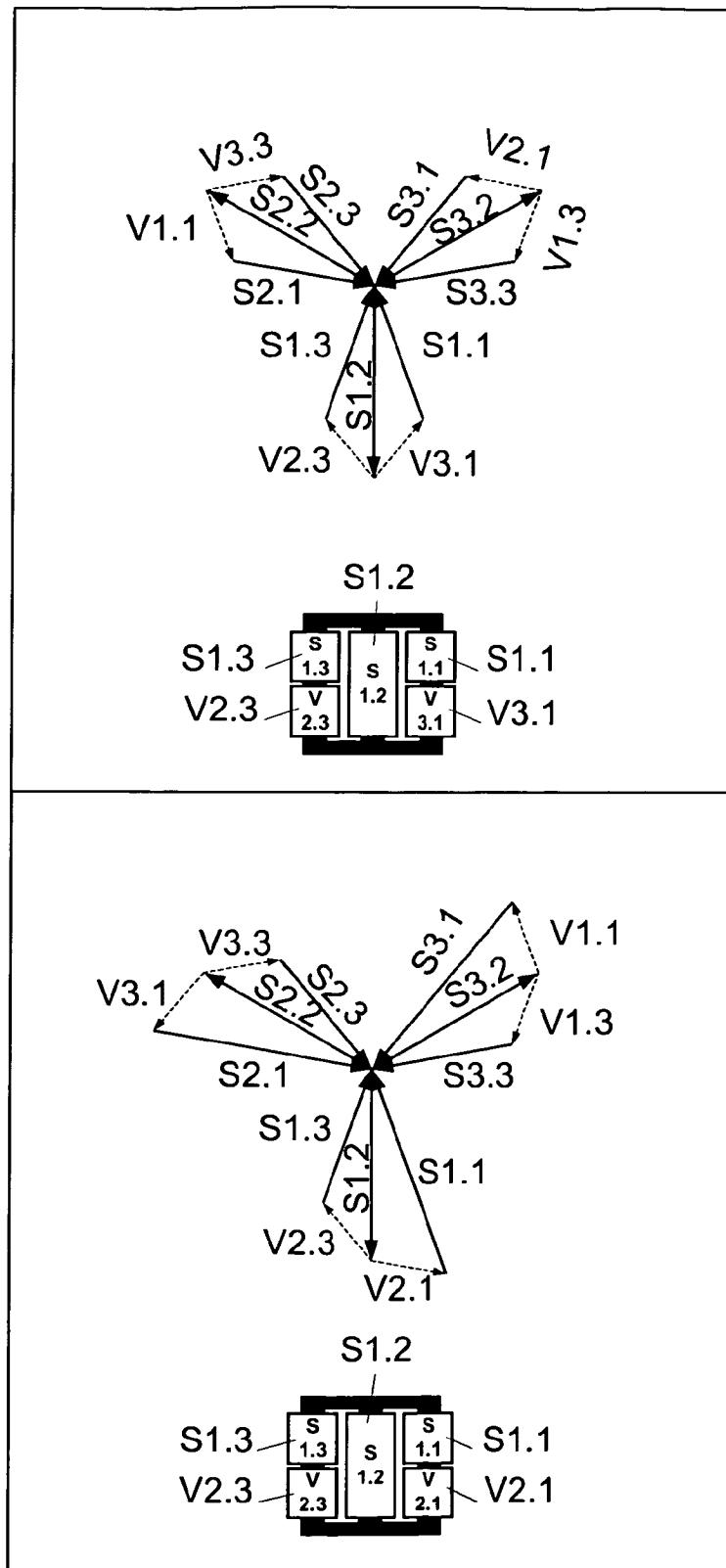


图 11B3

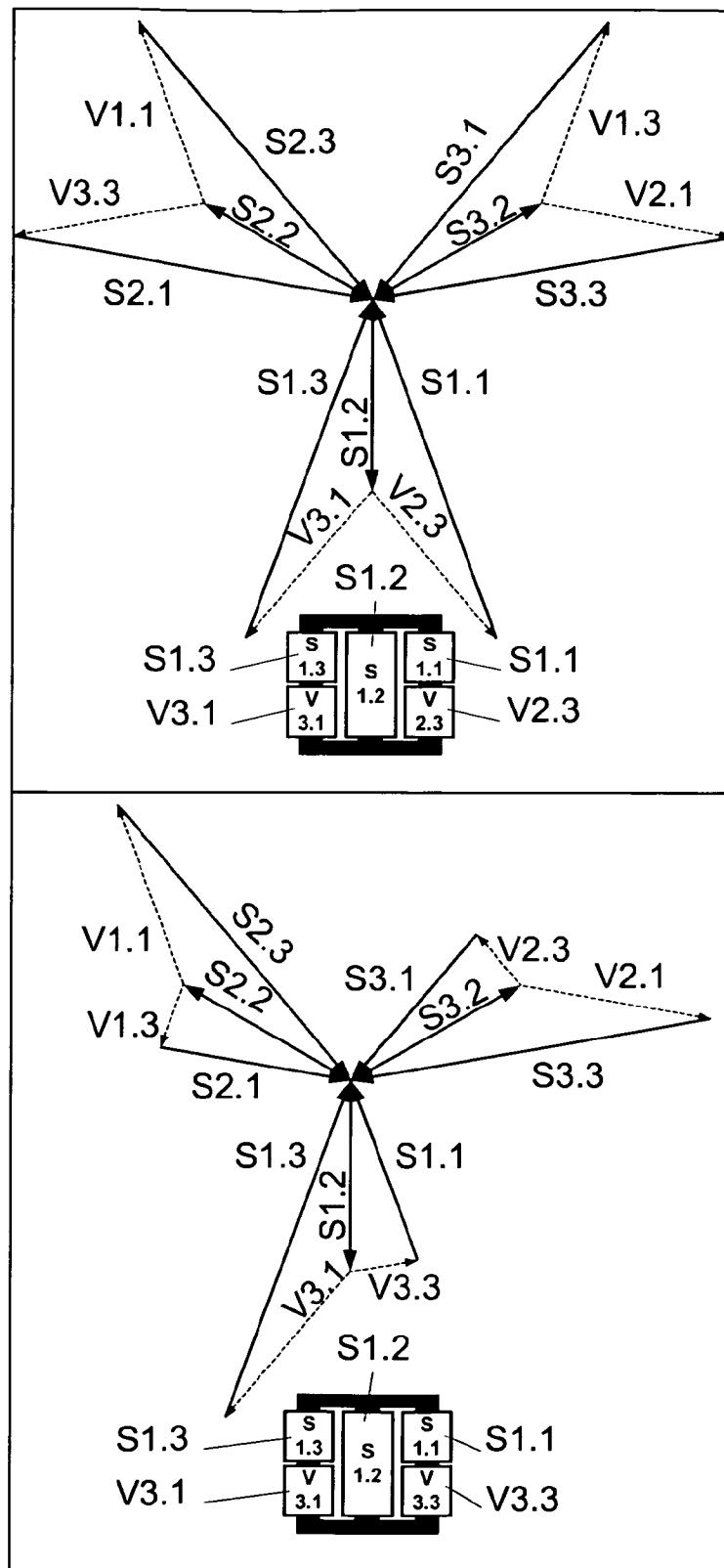


图 11B4

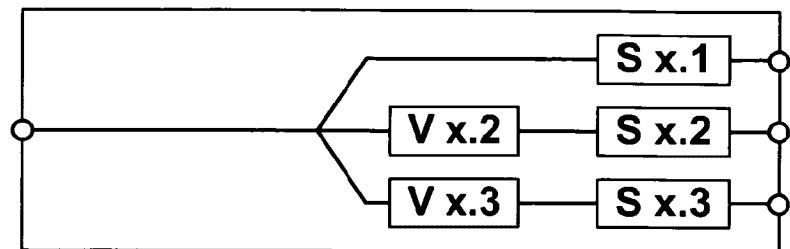


图 12A

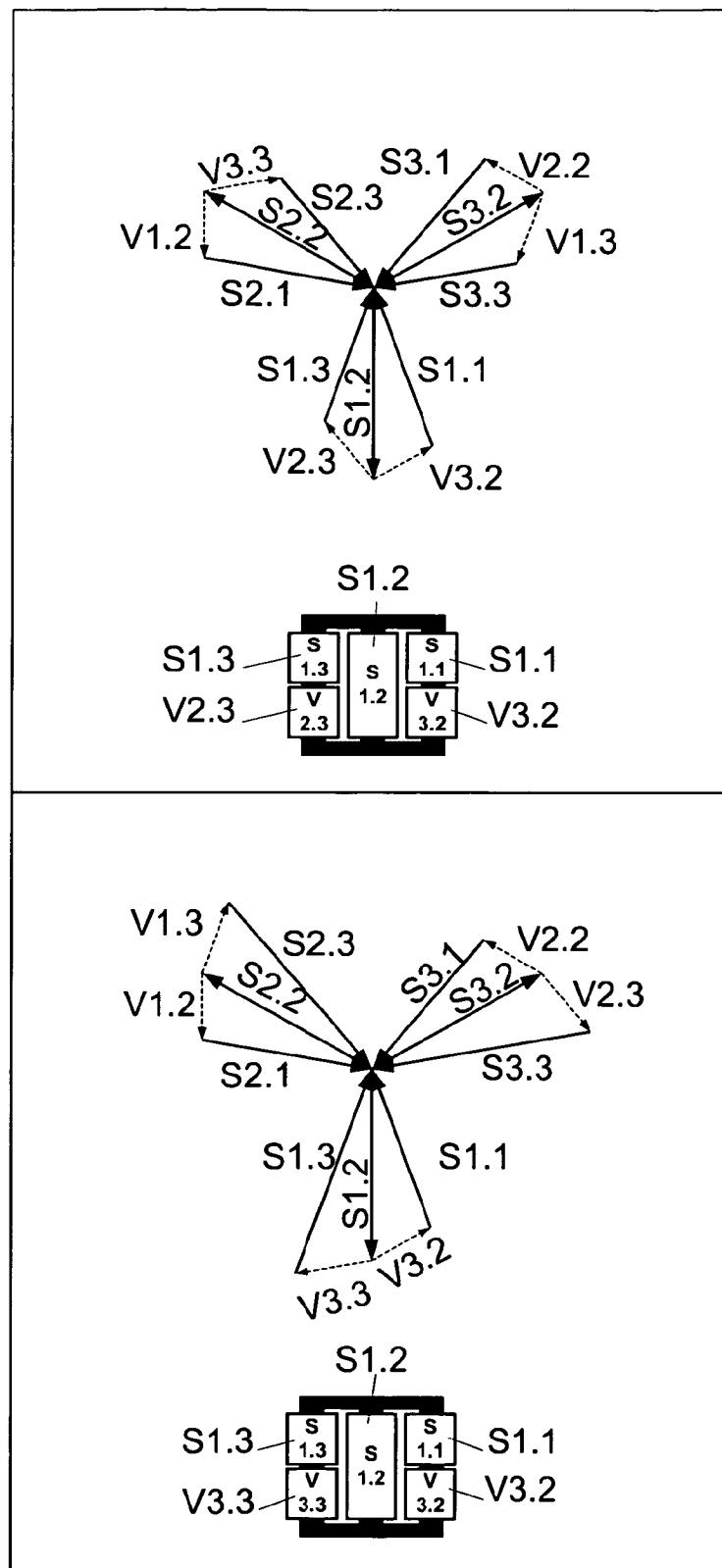


图 12B1

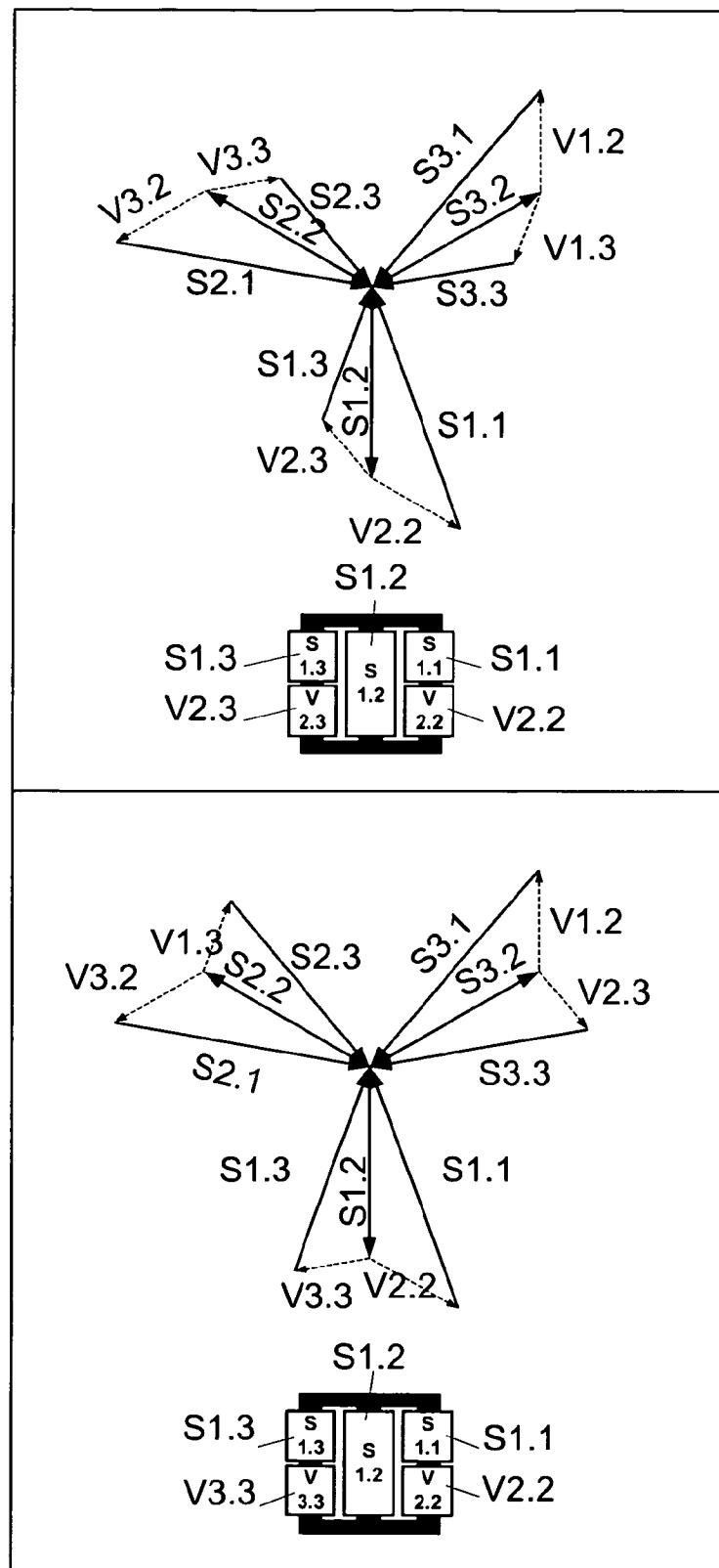


图 12B2

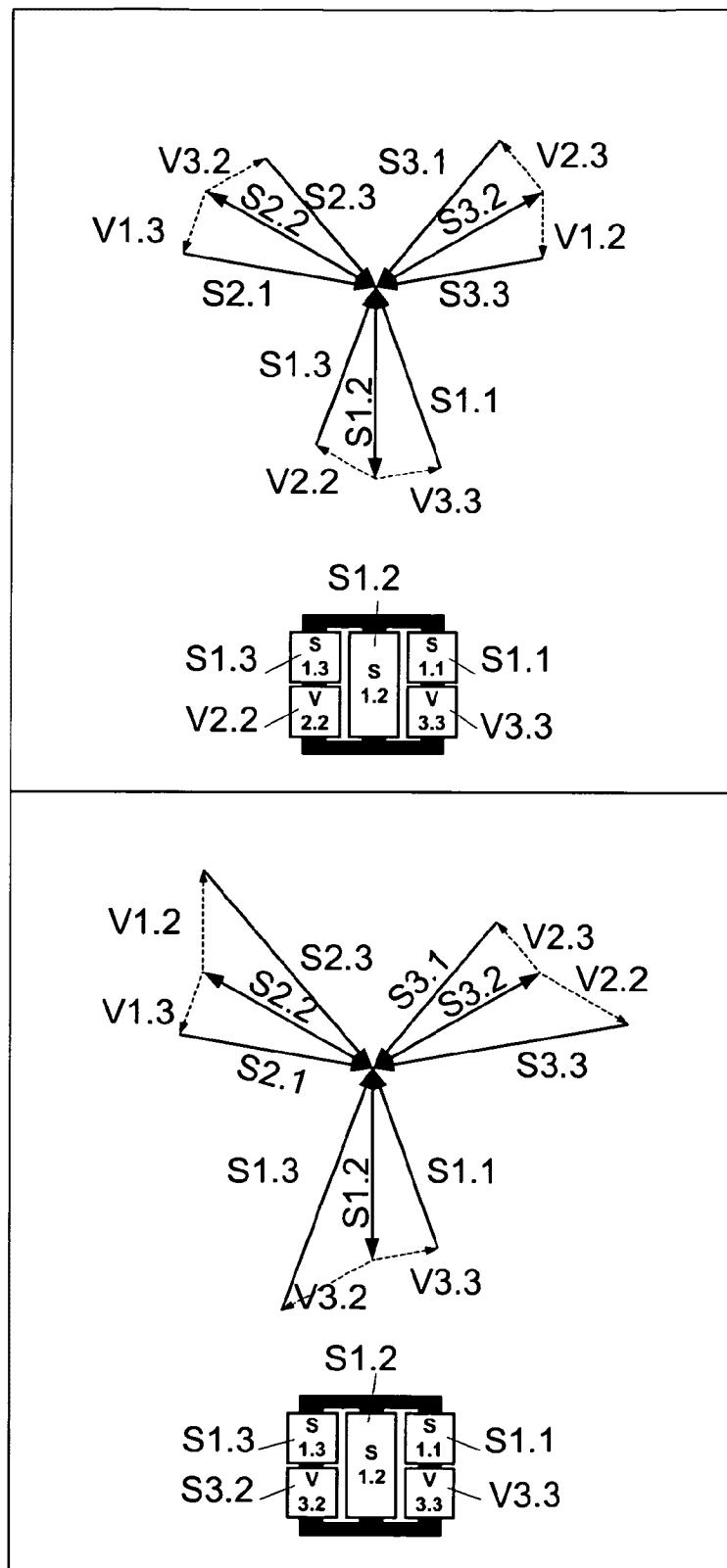


图 12B3

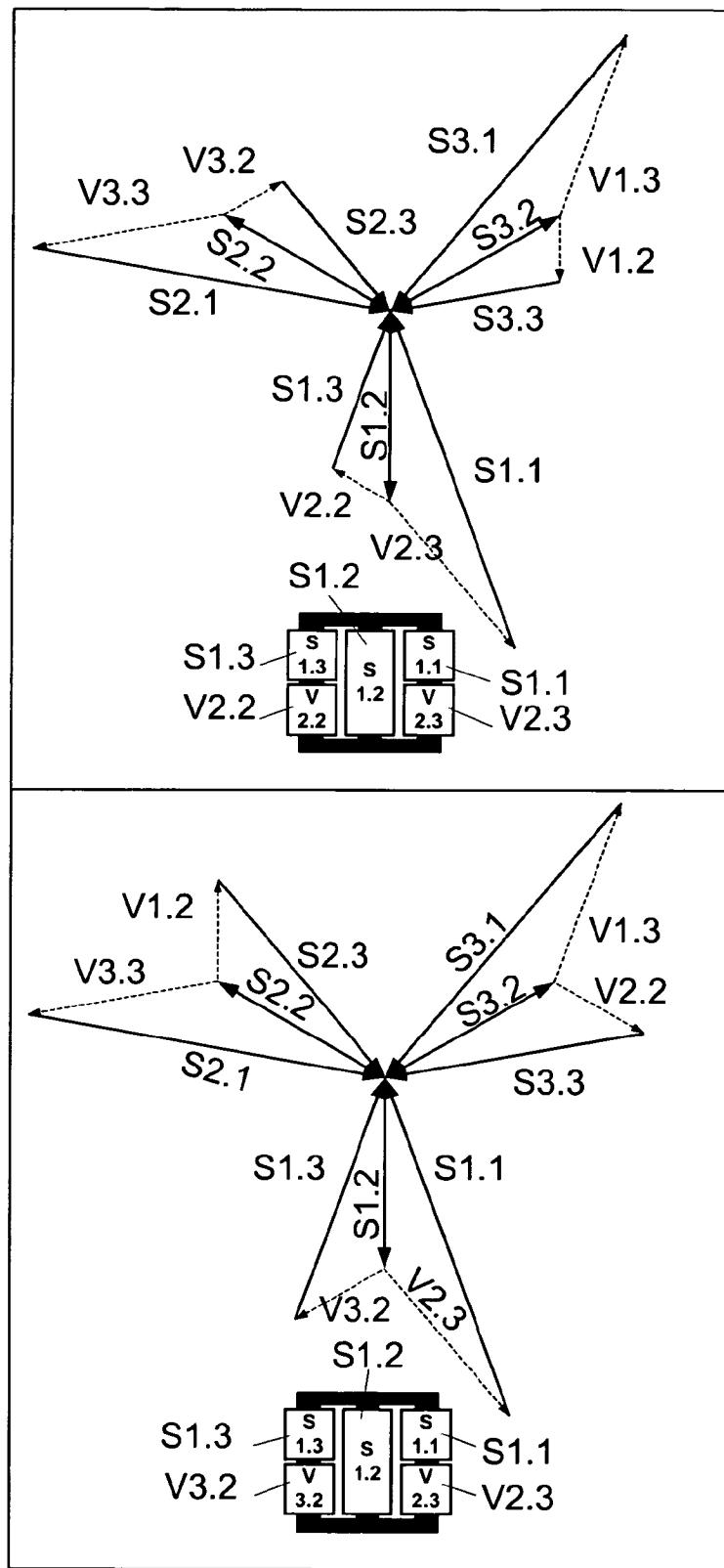


图 12B4

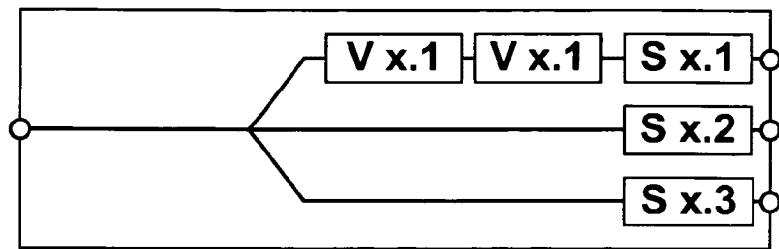


图 13A

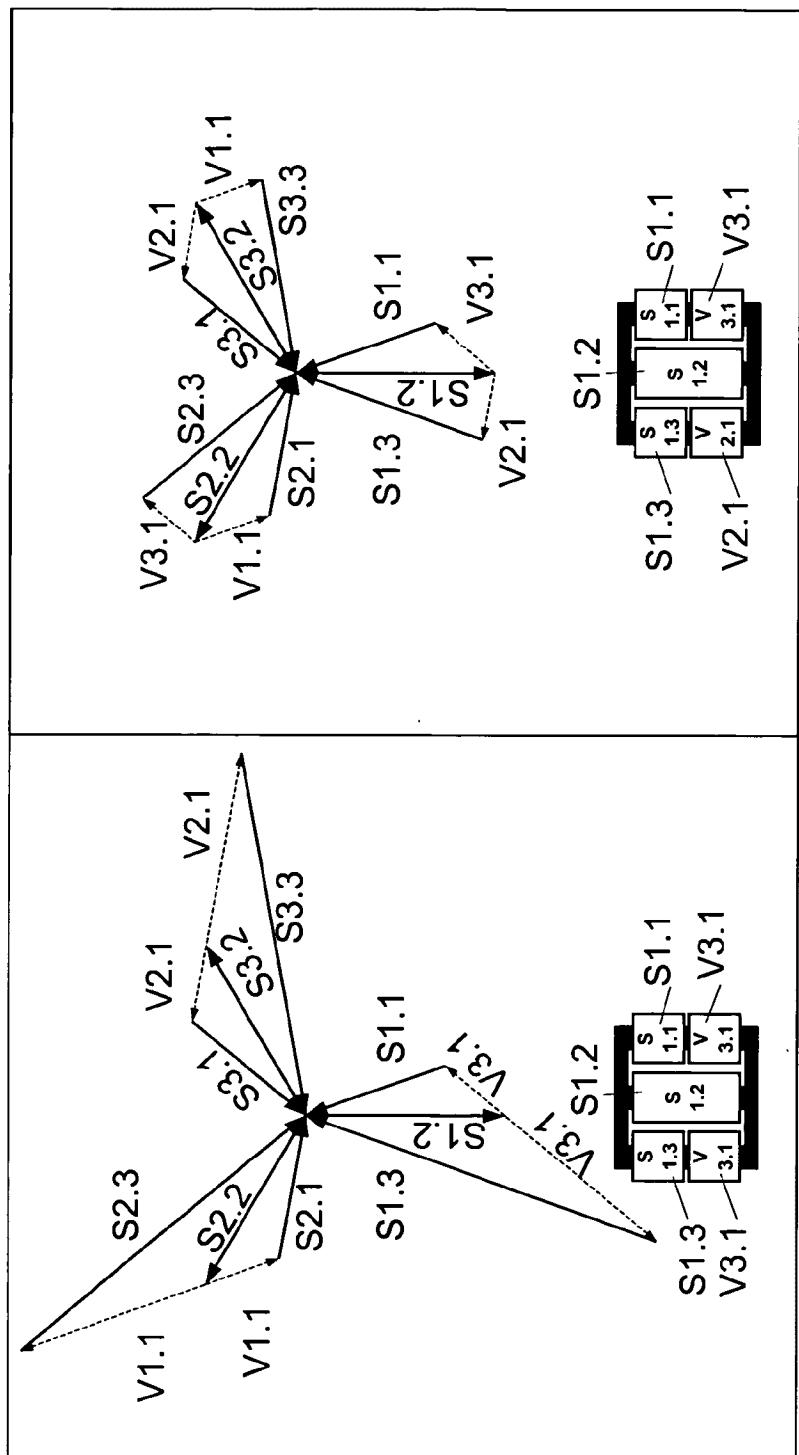


图13B1

图13B2

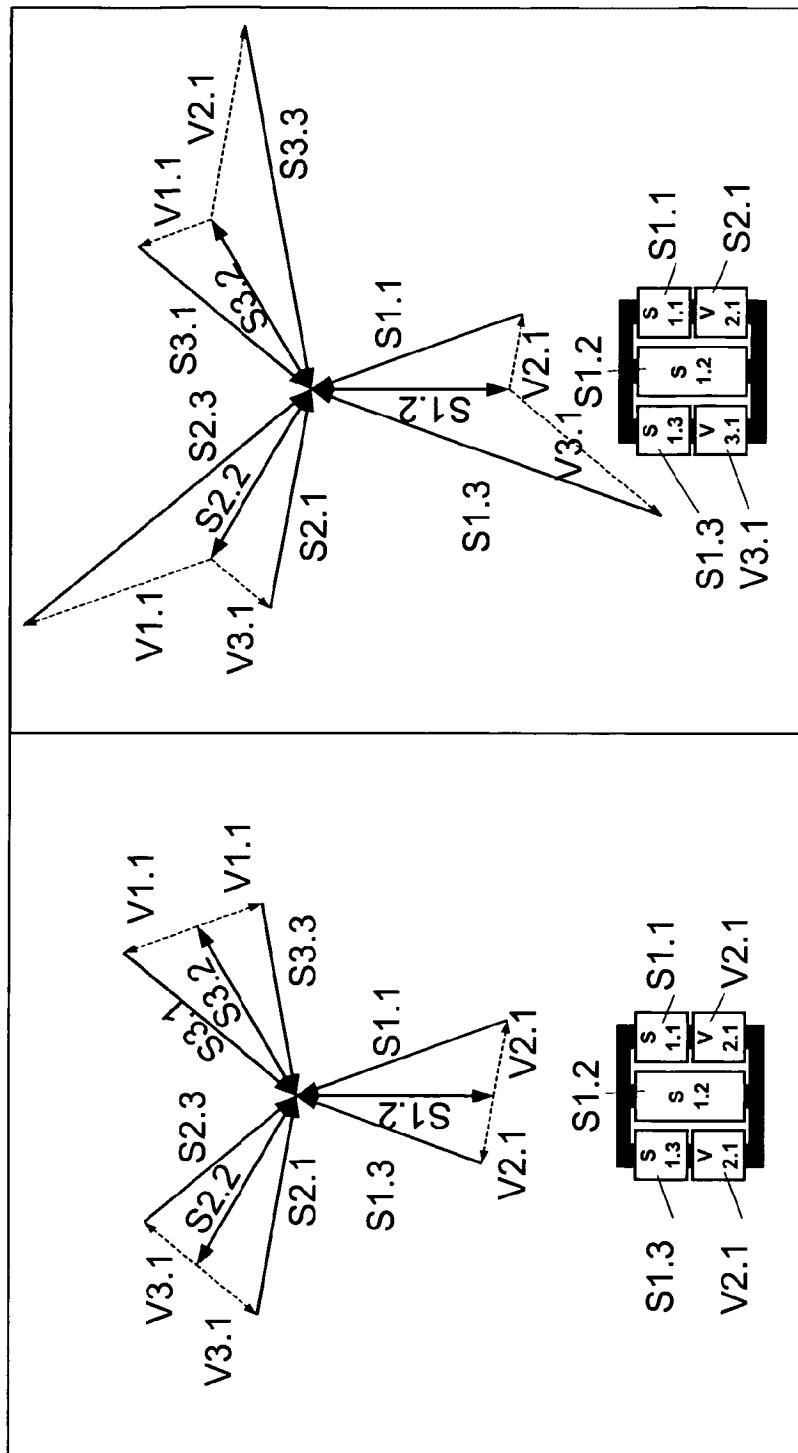


图13B3

图13B4

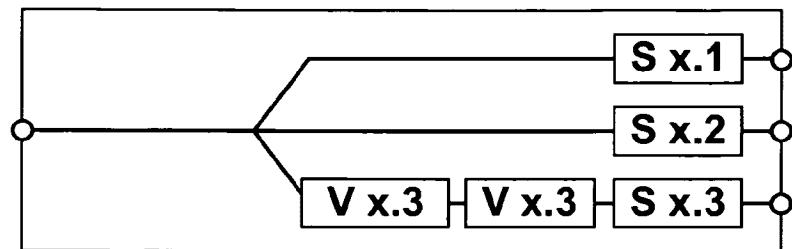


图 14A

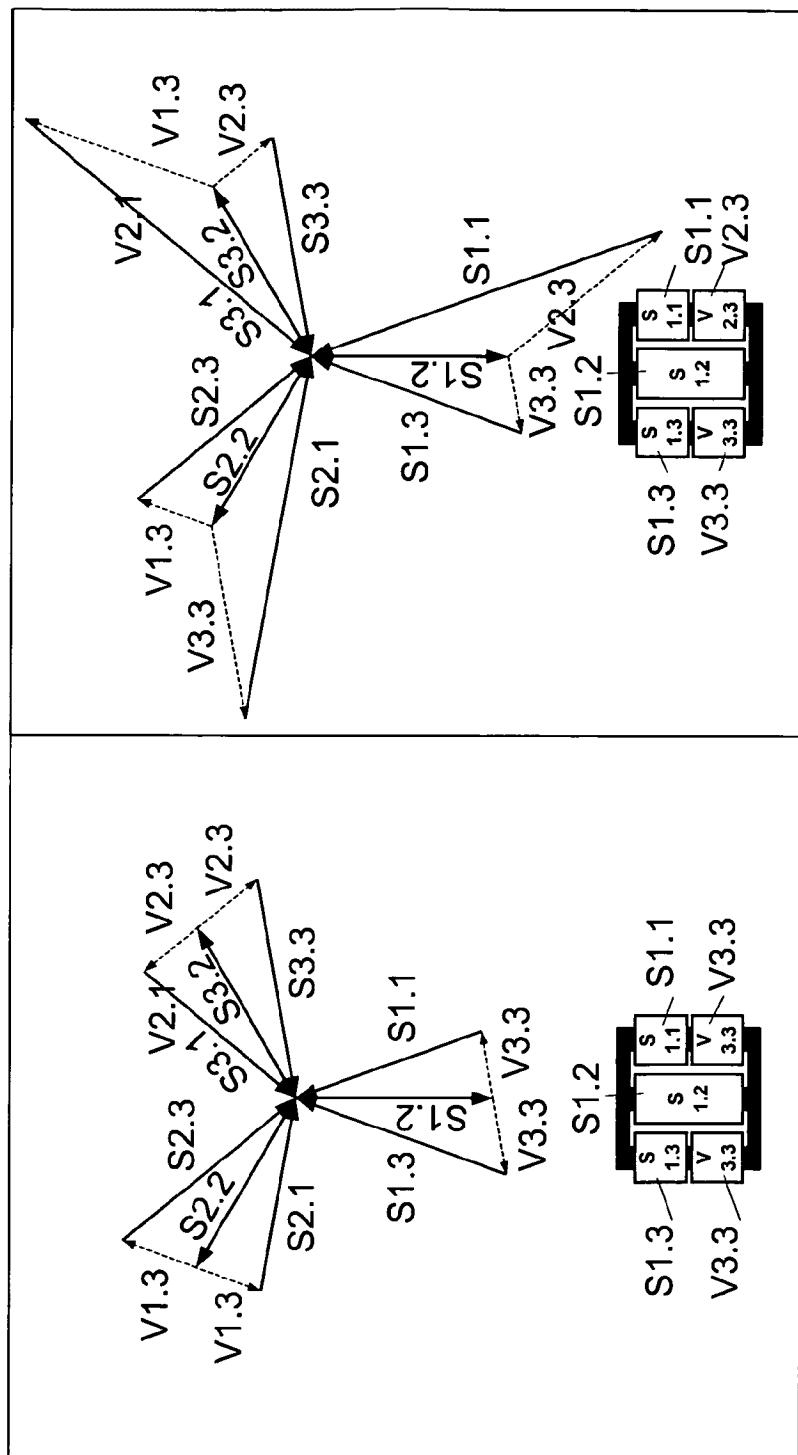


图 14B2

图 14B1

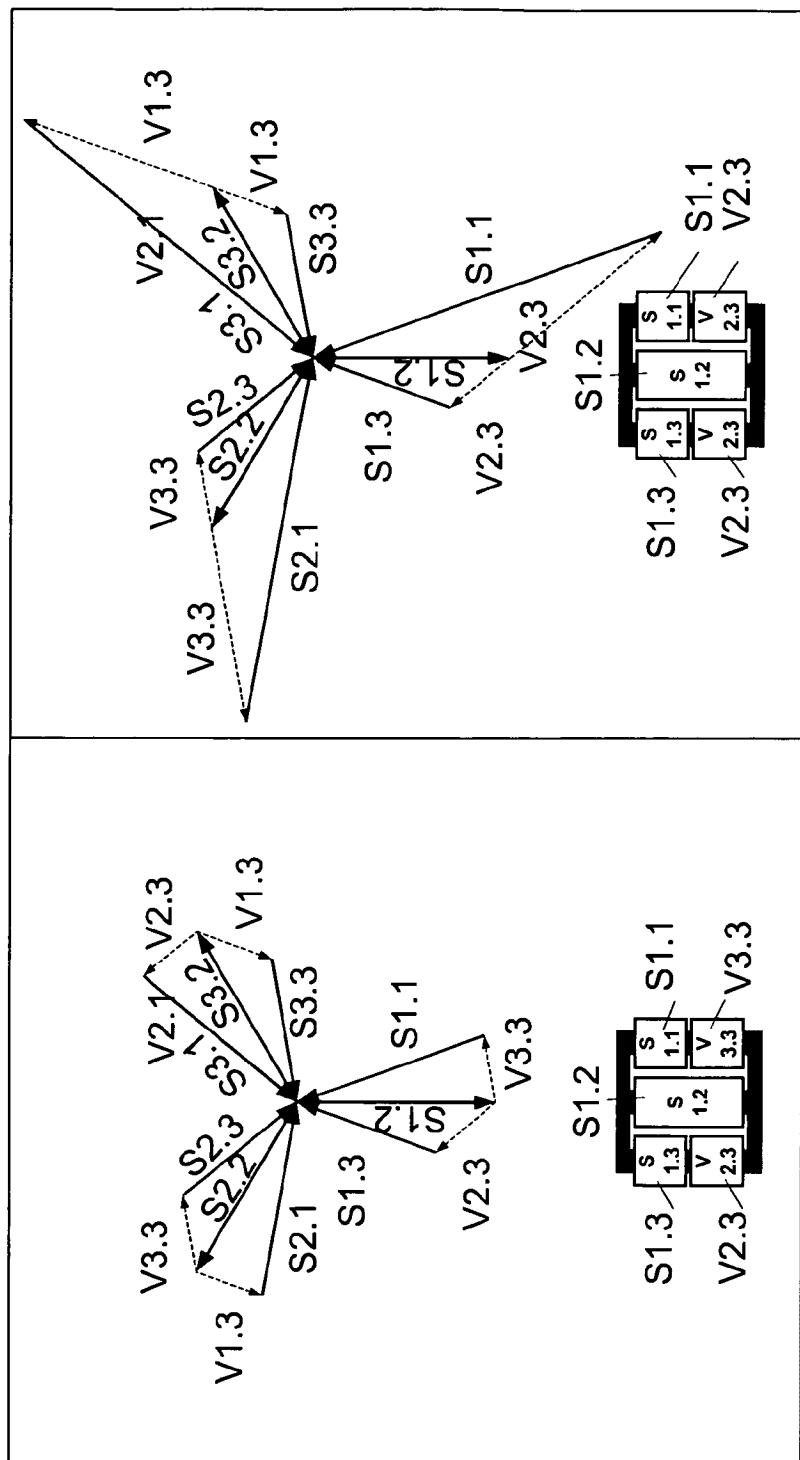


图 14B4

图 14B3

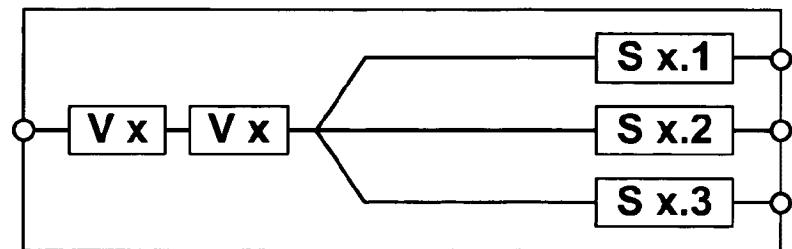


图 15A

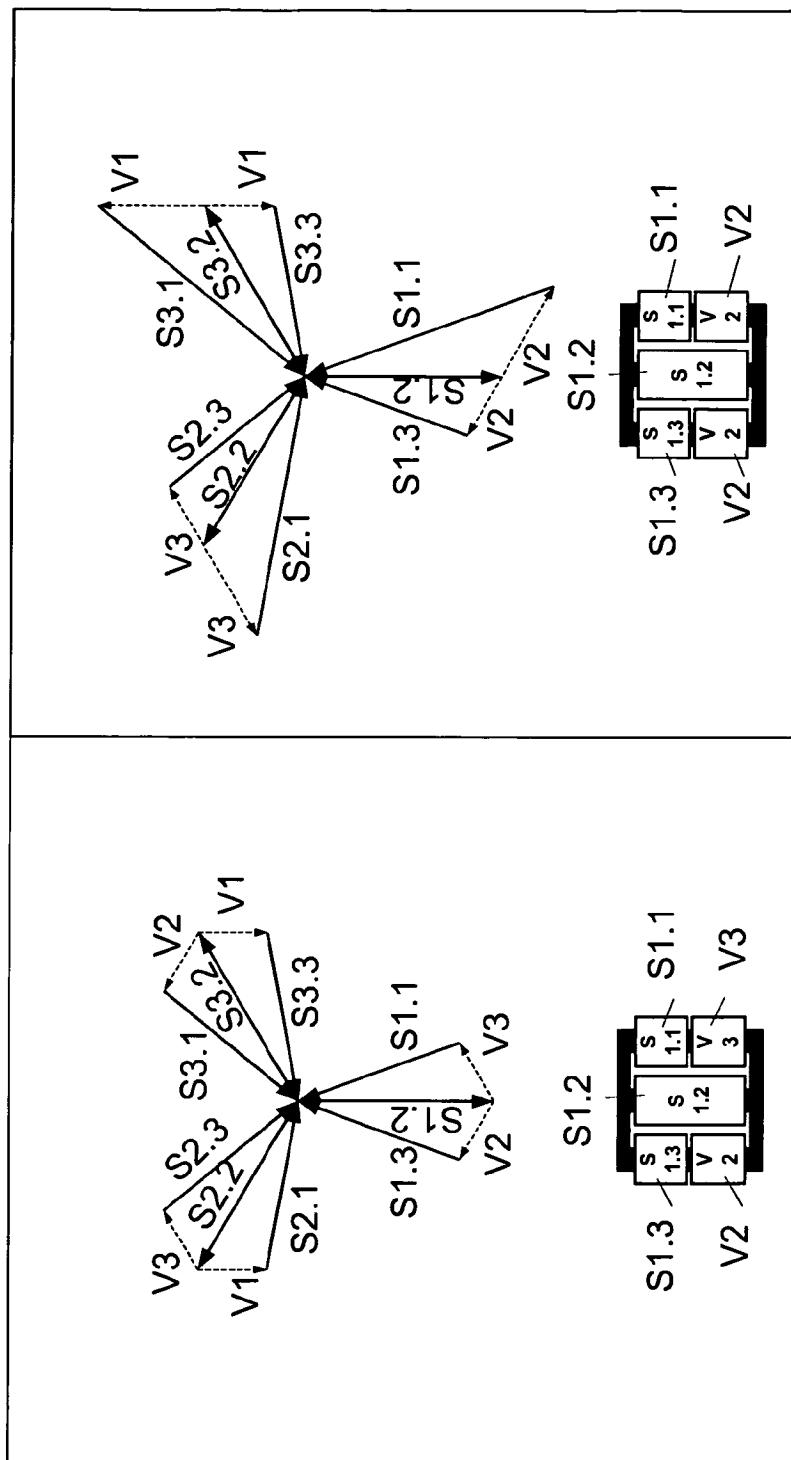


图 15B2

图 15B1

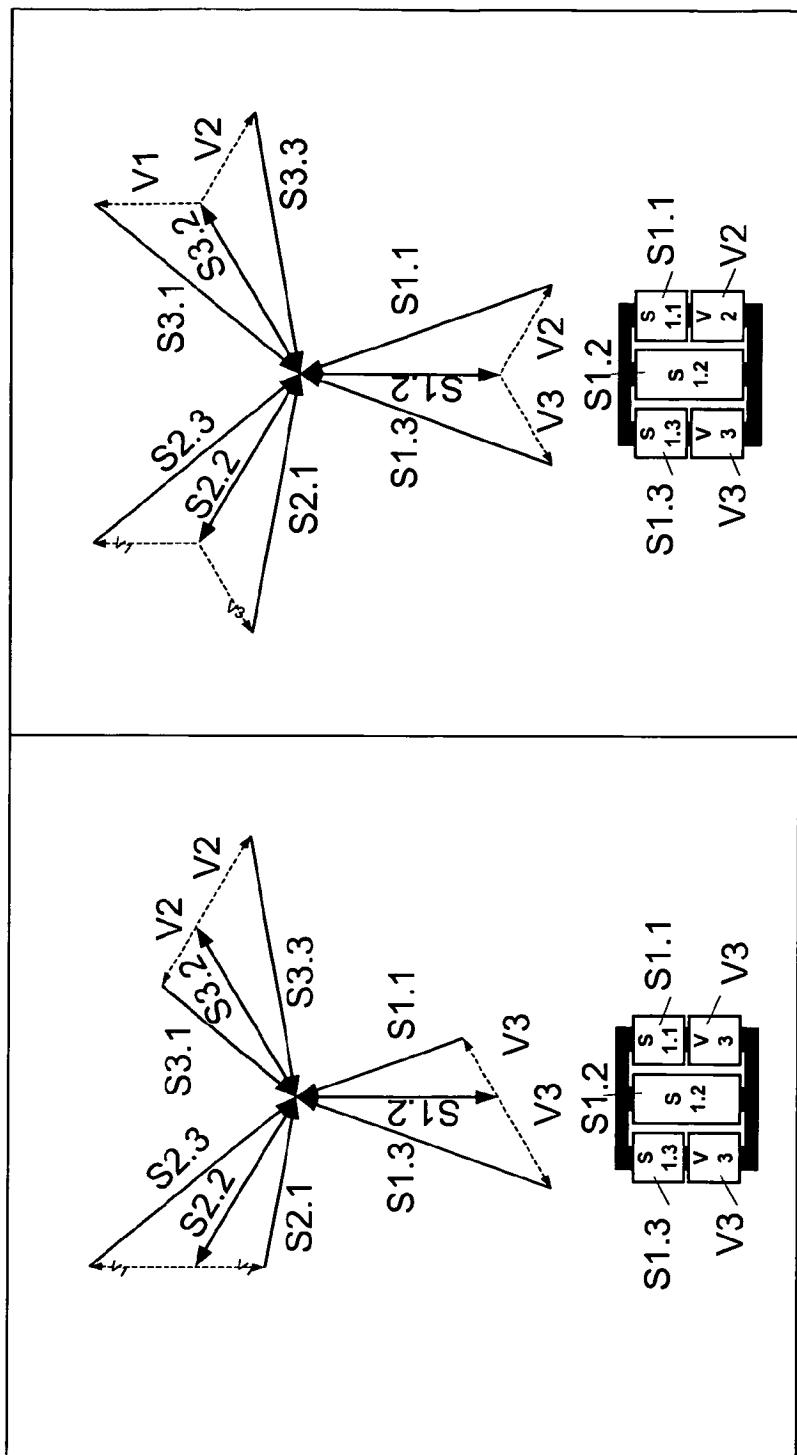


图 15B4

图 15B3

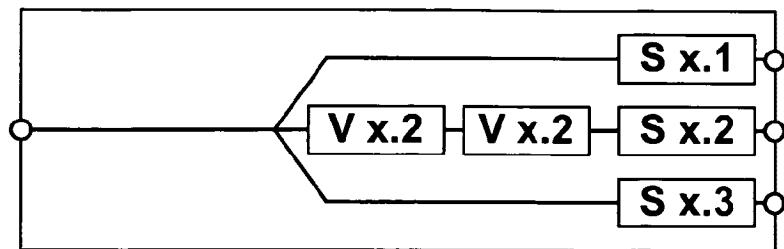


图 16A

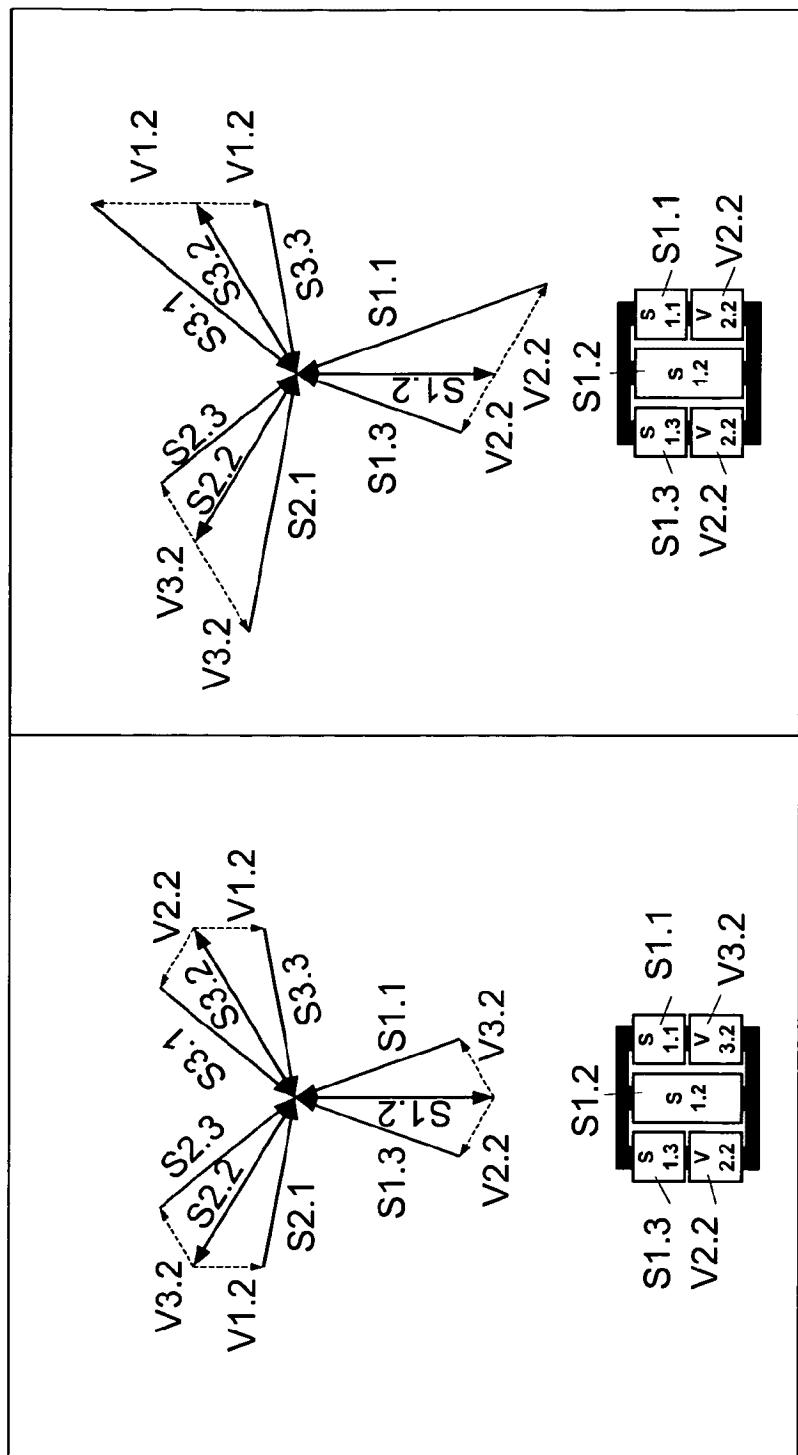


图 16B2

图 16B1

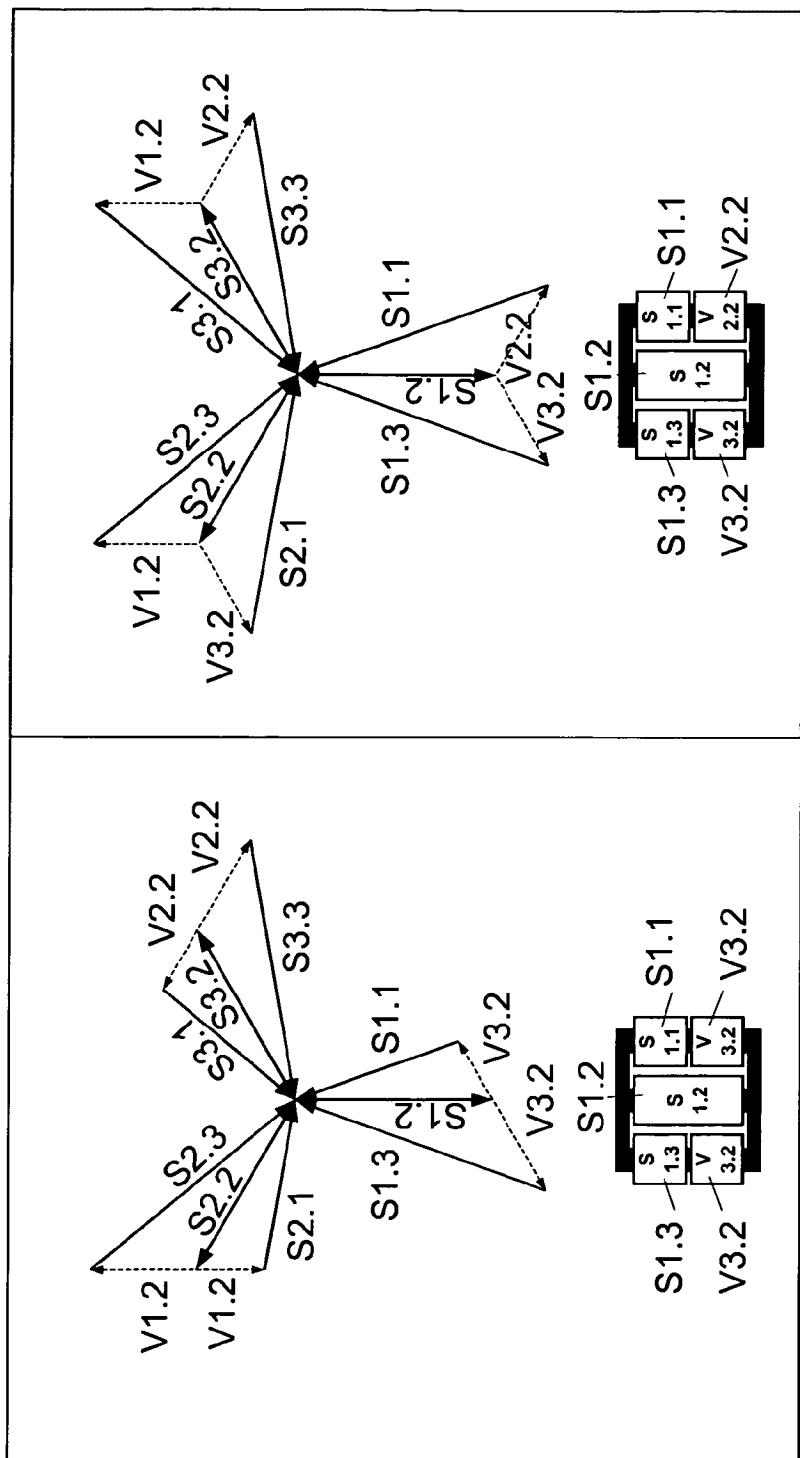


图 16B4

图 16B3

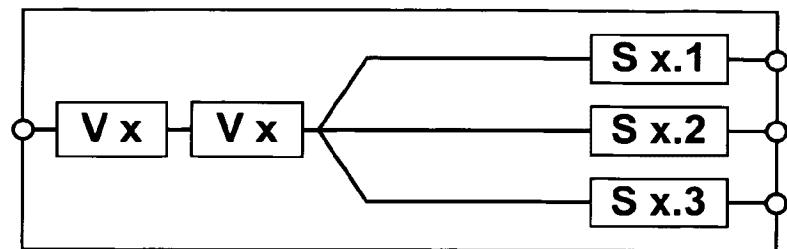


图 17A

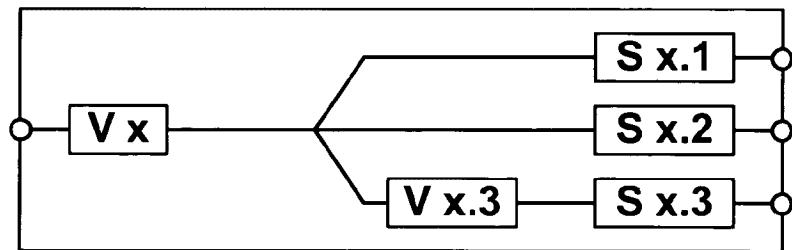
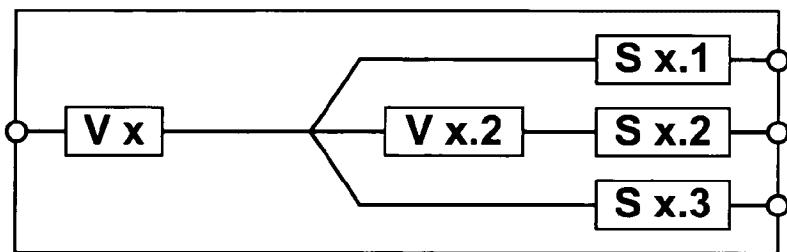
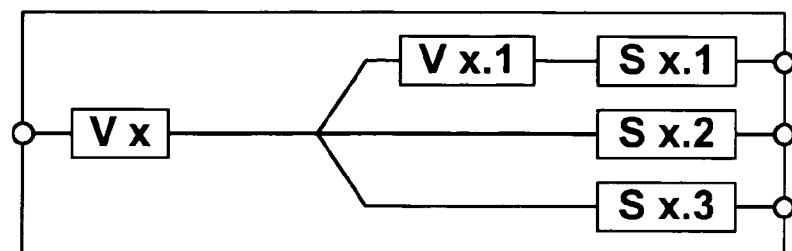


图 17B

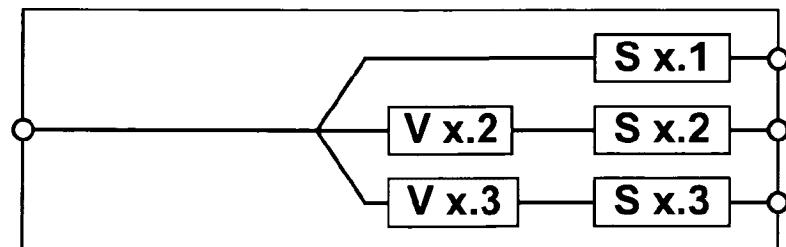
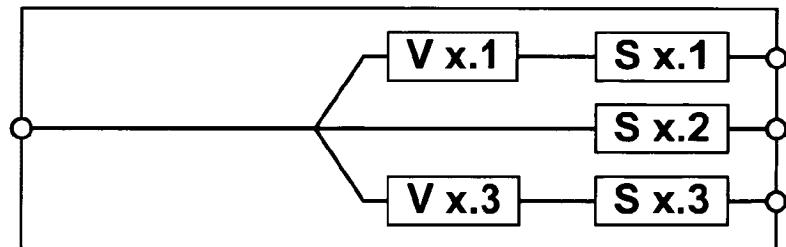
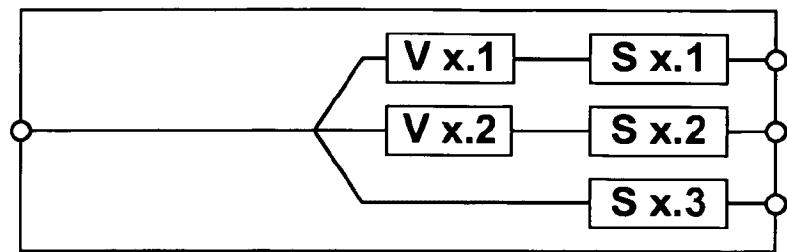


图 17C

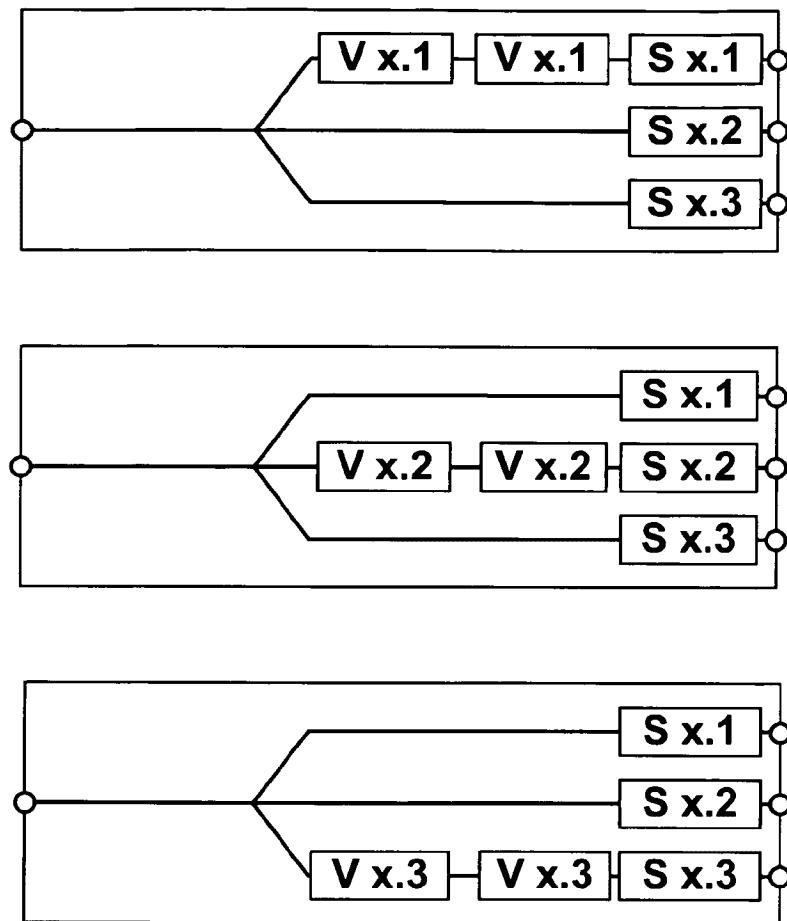


图 17D

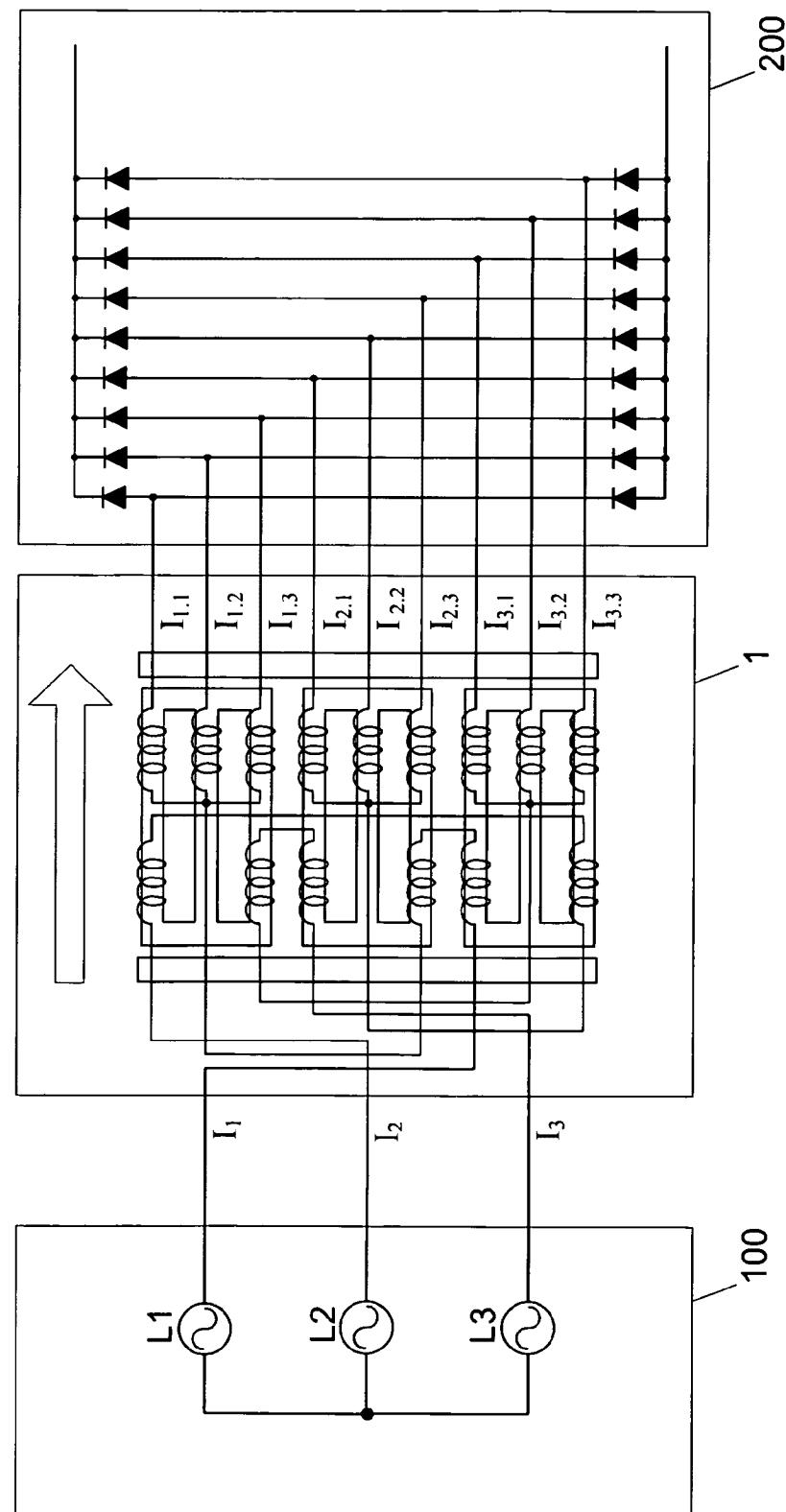


图 18A

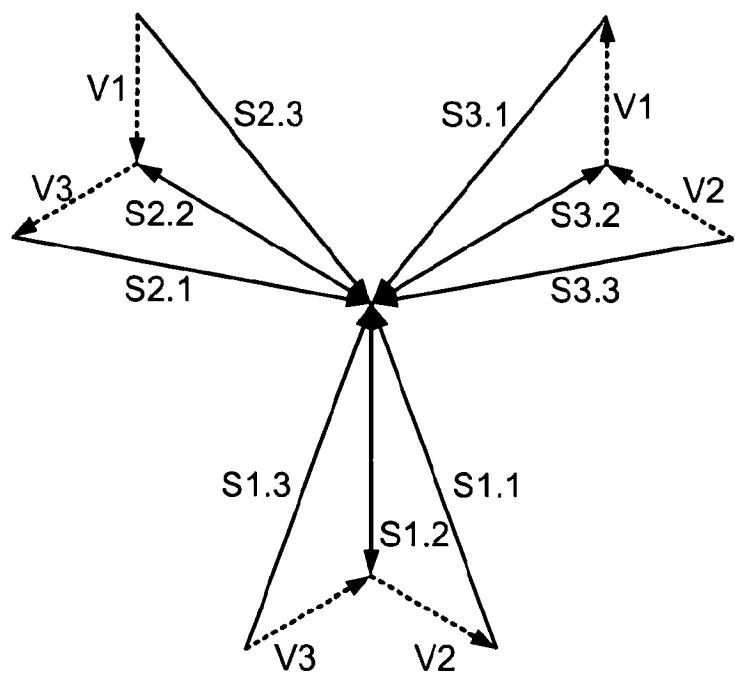


图 18B

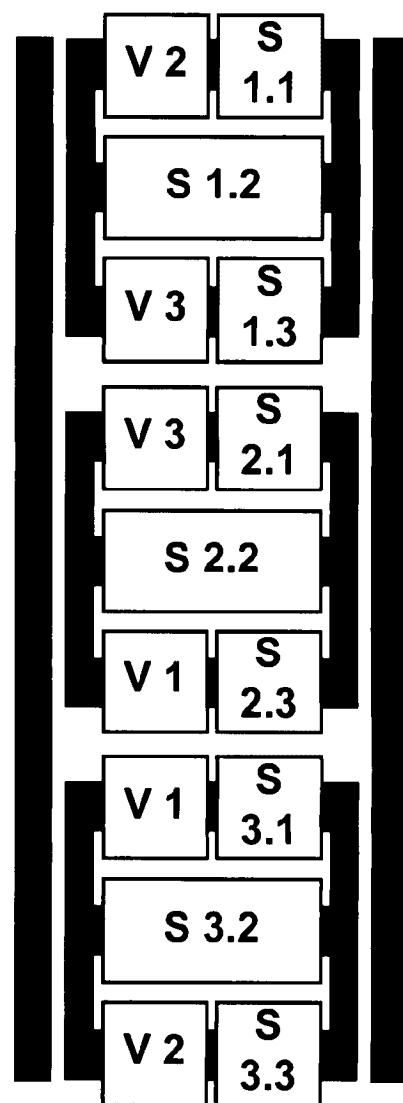


图 18C

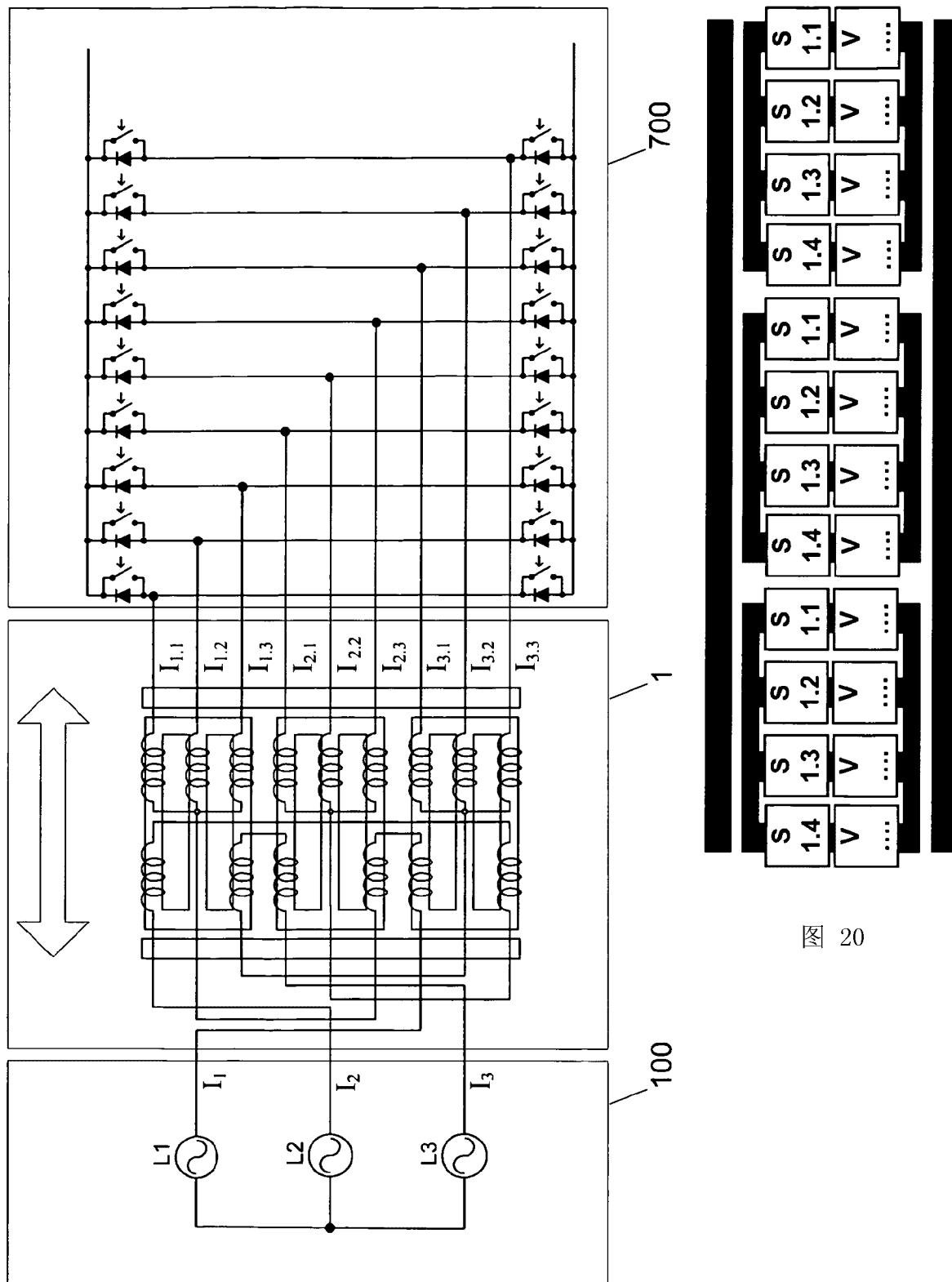


图 19

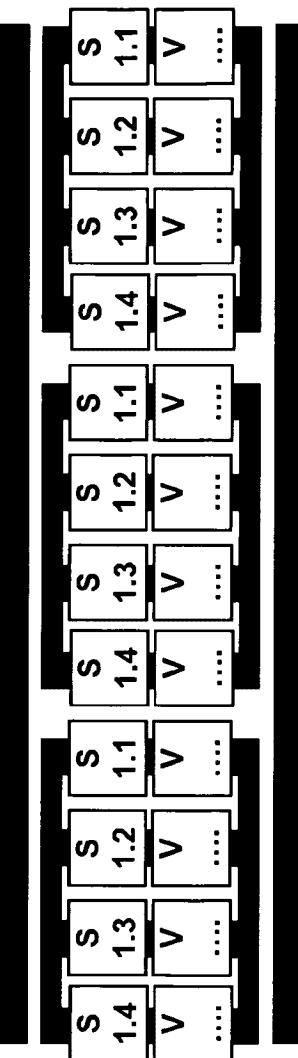


图 20