



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104022529 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 03

(21) 申请号 201410264872. 9

(22) 申请日 2014. 06. 16

(71) 申请人 张建华

地址 225217 江苏省扬州市邗江区华扬西路
196 号

申请人 丁磊

沈浩然

戴春蕾

(72) 发明人 张建华 丁磊 沈浩然 戴春蕾

(51) Int. Cl.

H02J 3/38(2006. 01)

H02P 9/10(2006. 01)

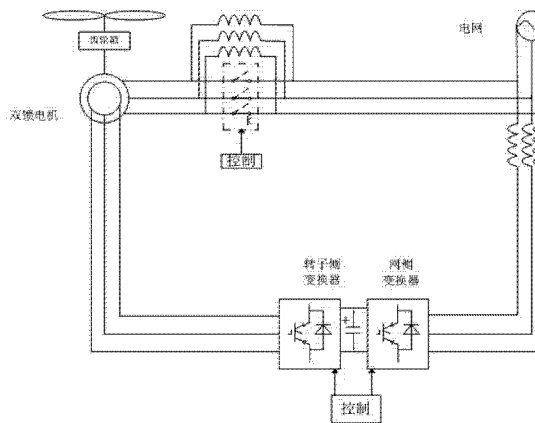
权利要求书1页 说明书3页 附图5页

(54) 发明名称

基于改进 Crowbar 的双馈风力发电机低电压穿越控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电路成本低、可靠性高、结构简单、控制策略简单的双馈式风电改进的 Crowbar 电路,改进的 Crowbar 电路既实现了现有 Crowbar 电路对双馈风力发电机的保护要求,又克服了现有 Crowbar 电路在电压跌落过程中无法实现低电压穿越的要求。其主要是通过定子侧配置 Crowbar 保护电路以改善转子侧 Crowbar 保护电路不能向电网提供无功支持的缺点。其主要特征在于:在电压跌落幅度小于转子励磁电压控制的极限值时,通过转子励磁电压控制;当电压跌落幅度大于转子励磁电压控制的极限值时,通过转子励磁电压和 Crowbar 保护电路共同作用。通过应用本发明方法,能在较大范围电压跌落的情况下,有效提高低电压穿越能力,使双馈风力发电机系统可以始终保持与电网相连,提高了风电系统的稳定性。



1. 一种双馈式风电改进的 Crowbar 保护电路,由由控制开关 K 和保护电感构成。

2. 本发明提供一种成本低、结构简单、可靠性高的双馈式风电改进的 Crowbar 保护电路,以往的 Crowbar 电路通过在转子侧短接旁路电阻来实现限制大电流、保护励磁变流器的作用,而改进的 Crowbar 电路则是在定子回路中串接电感来减小暂态电流实现对双馈电机的保护。

3. 一种权利要求 1、2 所述的双馈式风电改进的 Crowbar 保护电路其特征在于:可以实现双馈风力发电机在电压跌落时实现对发电机的保护以及向电网提供无功功率帮助电网故障恢复实现低电压穿越;在发生短路故障时实现对双馈电机的短路保护。

4. 本发明通过改进的 Crowbar 和转子励磁电压控制相结合的控制方法实现电压跌落时低电压穿越以及短路保护,具体步骤如下;

1) 通过检测装置实时检测双馈电机并网点处电网电压;

2) 将检测到的上述电网电压与设定的开关 K 动作值比较,当检测到双馈风力发电机组的并网点电压跌落幅度小于开关 K 动作值即转子励磁电压控制策略的极限值时,只需控制转子励磁电压即可实现低电压穿越;

3) 当检测到双馈风力发电机组的并网点电压跌落幅度大于开关 K 动作值即转子励磁电压控制策略的极限值时,由控制电路控制开关 K 闭合,双馈风力发电机组的改进的 Crowbar 电路将投入运行同时通过控制转子励磁电压实现低电压穿越;

4) 当检测到双馈风力发电机组的并网点电压跌落为 0 时,双馈风力发电机改进的 Crowbar 电路将投入运行,通过改进的 Crowbar 电路实现短路保护;

5) 在故障发生期间,当所述改进的 Crowbar 电路投入运行后并网点电压小于 Crowbar 保护动作门槛值时,所述改进的 Crowbar 电路退出运行。

基于改进 Crowbar 的双馈风力发电机低电压穿越控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于风力发电领域,尤其是涉及一种改进的 Crowbar 电路的 DFIG 低电压穿越控制。

背景技术

[0002] 近年来,随着风力发电技术的发展,风力发电的装机容量逐年上升,在电网出现故障导致电压跌落后,如果风力发电机组都解列将会带来电力系统的暂态不稳定,并可能导致局部甚至系统全面瘫痪。因此电力系统对风力发电场的运行提出了一系列的要求,包括电网故障穿越能力,即风机并网点电压跌落时,风机能够保持并网,甚至向电网提供一定的无功功率以支持电网电压恢复,直到电网电压恢复正常,从而“穿越”这个低电压时间。随着风电电网渗透率的提高,国家相关机构已经出台了标准和规范,要求风力发电机必须具备低电压穿越功能,这使得双馈风力发电的低电压穿越问题成为当前研究的热点问题。

[0003] 电网故障引起的风机并网点电压跌落会给双馈风力发电机组带来两大方面的影响:一是在发电机定、转子回路中产生过电流,二是导致双馈风力发电机脱网运行。由于双馈风力发电机组中的电力电子变换器与全功率风电机组的变换器相比功率等级较小,所以在电压跌落过程中要实现双馈电机保护。从电网来说,风电并网导则规定,在发生电压跌落故障时,双馈电机能够不脱网运行并向电网提供无功支撑。所以低电压穿越问题是双馈风力发电机组设计控制技术的重要挑战,直接关系到风电渗透下的电力系统的稳定性。

[0004] 目前,对电网电压跌落故障下 DFIG 机组的瞬态特性及提高其 LVRT 能力的研究主要分为两个方面:一方面是寻求新的控制策略,其优点是不需要增加额外的成本,但出现较为严重的电压跌落,单纯靠控制策略的改进难以实现低压穿越;另一方面是增加硬件设备的方法,增加硬件设备不仅使风电设备的成本上升,而且使得控制更加复杂。目前提出的不增加额外硬件的控制方法很多,但是均无法达到实际应用的效果。而附加硬件的方法主要是在双馈电机转子侧配置 Crowbar 保护电路。

[0005] 目前,转子侧配置 Crowbar 保护电路是一种比较常用的低电压穿越控制方法,该方法在电网故障时,通过 Crowbar 电阻短接,切除发电机转子的励磁电源,通过转子旁路保护电阻释放能量从而减小转子回路的过电流,保护电机。然而,在 Crowbar 电路短接后,双馈电机相当于普通感应发电机运行。由于感应电机运行时会从电网吸收无功,不利于电网故障恢复,严重时会导致脱网运行,因此发电机无法参与故障过程中的系统功率调节,无法满足电网运行规程对无功功率的要求,对暂态过程中的电网电压稳定性不利,使其难以满足日趋苛刻的风电并网导则。

发明内容

[0006] 本发明是为避免上述现有技术所存在的不足,提供一种成本低、结构简单、可靠性高的双馈式风电改进的 Crowbar 保护电路。以往的 Crowbar 电路通过在转子侧短接旁路电阻来实现限制大电流、保护励磁变流器的作用,而改进的 Crowbar 电路则是在定子回路中

串接电感来减小暂态电流，既满足对双馈电机的保护的要求又满足对电网提供无功支持的要求。

[0007] 本发明的目的可采用如下技术方案加以实现：

本发明提供了一种双馈风力发电改进的 Crowbar 保护电路，以往的 Crowbar 电路是安装在转子侧而改进的 Crowbar 电路则是在安装在定子侧；以往的 Crowbar 电路是通过电阻短接实现对双馈电机的保护而改进的 Crowbar 电路则是通过串接电感来实现限流保护电机。

[0008] 本发明提供了一种双馈风力发电改进的 Crowbar 保护电路，由控制开关 K 和保护电感构成。

[0009] 对电压跌落过程中电流的表达式分析可知存在以下三种分量：谐波分量，基波分量以及直流分量。由于直流分量很小，在限制转子电流时可忽略不计，在两种交流分量中谐波分量和基波分量的幅值很大，在两种交流分量中幅值的大小均取决于电机的参数，运行状态及转子的励磁电压。其中谐波分量会影响电网电能的质量，使电网电能质量变差，故在电压跌落时控制转子的励磁电压即可限制电压跌落时的冲击电流消除谐波以达到风力发电机不脱网运行的目的。

[0010] 通过检测装置实时检测双馈电机并网点处电网电压。

[0011] 将检测到的上述电网电压与设定的开关 K 动作值比较，当检测到双馈风力发电机组的并网点电压跌落幅度小于开关 K 动作值即转子励磁电压控制策略的极限值时，只需控制转子励磁电压实现低电压穿越。

[0012] 当检测到双馈风力发电机组的并网点电压跌落幅度大于开关 K 动作值即转子励磁电压控制策略的极限值时，由控制电路控制开关 K 闭合，双馈风力发电机组的改进的 Crowbar 电路将投入运行同时通过控制转子励磁电压实现低电压穿越。

[0013] 当检测到双馈风力发电机组的并网点电压跌落为 0 时，双馈风力发电机组的改进的 Crowbar 电路将投入运行，只需改进的 Crowbar 电路便可实现短路保护。

[0014] 在故障发生期间，当所述改进的 Crowbar 电路投入运行后并网点电压小于 Crowbar 保护动作门槛值时，所述改进的 Crowbar 电路退出运行。

[0015] 发明的有益效果体现如下。

[0016] 1、双馈电机改进的 Crowbar 克服了转子侧 Crowbar 电路的不足，可以实现双馈风力发电机在电压跌落时向电网提供无功功率帮助电网故障恢复实现低电压穿越。

[0017] 2、双馈电机改进的 Crowbar 保护实现了原有 Crowbar 可以在发生短路故障时实现短路保护的效果。

[0018] 3、本发明改进的 Crowbar 保护电路成本低、可靠性高、结构简单、控制策略简单，可广泛应用于双馈式风力发电机的低电压穿越中。

附图说明

[0019] 图 1 为本发明一种双馈式风电改进的 Crowbar 保护电路的结构示意图。

[0020] 图 2 为图 1 的局部放大图。

[0021] 图 3 电压跌落到 60% 时电流的仿真图。

[0022] 图 4 电压跌落到 60% 时通过转子励磁电压控制电流的仿真图。

- [0023] 图 5 电压跌落到 60% 时通过转子励磁电压控制有功功率 P 的仿真图。
- [0024] 图 6 电压跌落到 60% 时通过转子励磁电压控制无功功率 Q 的仿真图。
- [0025] 图 7 电压跌落到 20% (我国电压跌落的极限为电压跌落到 20%) 电流的仿真图。
- [0026] 图 8 电压跌落到 20% 时单纯通过转子励磁电压无法实现限定电流在 2(p. u.) 以内的仿真图。
- [0027] 图 9 电压跌落到 20% 时转子励磁电压和 Crowbar 电路共同作用的仿真图。
- [0028] 图 10 电压跌落到 20% 时转子励磁电压和 Crowbar 电路共同作用后有功功率 P 的仿真图。
- [0029] 图 11 电压跌落到 20% 时转子励磁电压和 Crowbar 电路共同作用后无功功率 Q 的仿真图。
- [0030] 图 12 短路时电流的仿真图。
- [0031] 图 13 短路时 Crowbar 电路作用的电流仿真图。

具体实施方式

- [0032] 参见图 1、2, 本实施例中, 改进的 Crowbar 电路由控制开关 K 和保护电感构成。
- [0033] 实现改进的 Crowbar 保护电路功能, 具体步骤如下。
- [0034] 1) 由控制电路监测双馈风力发电机并网点处电网电压。
- [0035] 2) 将检测到的上述电网电压与设定的开关 K 动作值比较, 如果电网电压跌落的幅度小于开关 K 动作值即转子励磁电压控制策略的极限值时, 仅仅通过控制策略控制转子励磁电压来实现低电压穿越。
- [0036] 3) 当监测到的电网电压跌落幅度大于开关 K 动作值即转子励磁电压控制策略的极限值时, 通过控制单元控制开关 K 断开, 将改进的 Crowbar 电感接入, 从而将双馈电机定子回路中接入保护电感, 通过定子加装电感同时使用控制策略控制转子励磁电压来衰减暂态电流。
- [0037] 4) 当监测到的电网电压跌落到 0 时, 通过控制单元控制开关 K 断开, 将改进的 Crowbar 电感接入定子电感, 使定子回路加装电感来实现短路保护。
- [0038] 5) 由电压监测单元监测到电网的电压值恢复后, 通过控制单元控制开关 K 闭合, 将旁路电感切除, 双馈风力发电机正常运行。
- [0039] 6) 经过上述操作之后, 低电压穿越控制系统又恢复到正常的工作状态, 当监测到下一次电网电压跌落时再重复上述操作。
- [0040] 以一台 1.5MW 的典型双馈风力发电机组在电压跌落故障情况下的运行情况为例, 说明本发明控制方法的有效性。

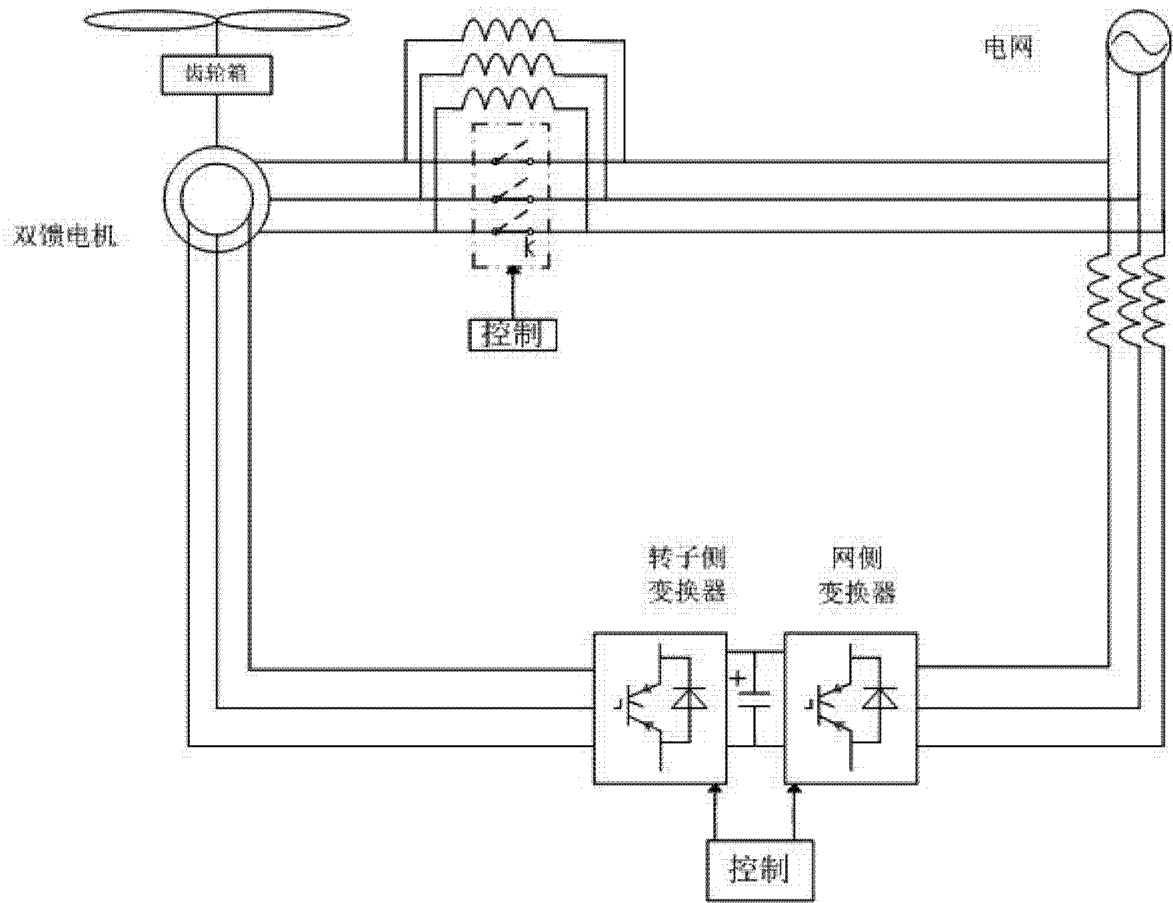


图 1

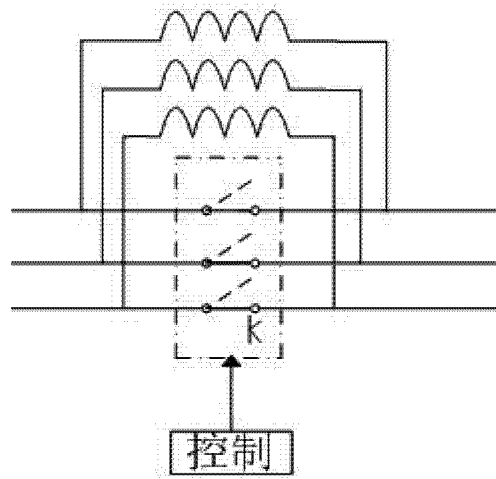


图 2

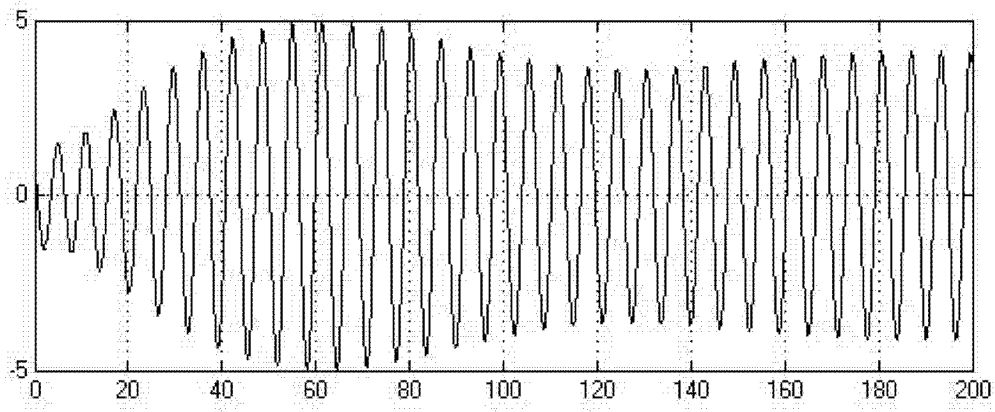


图 3

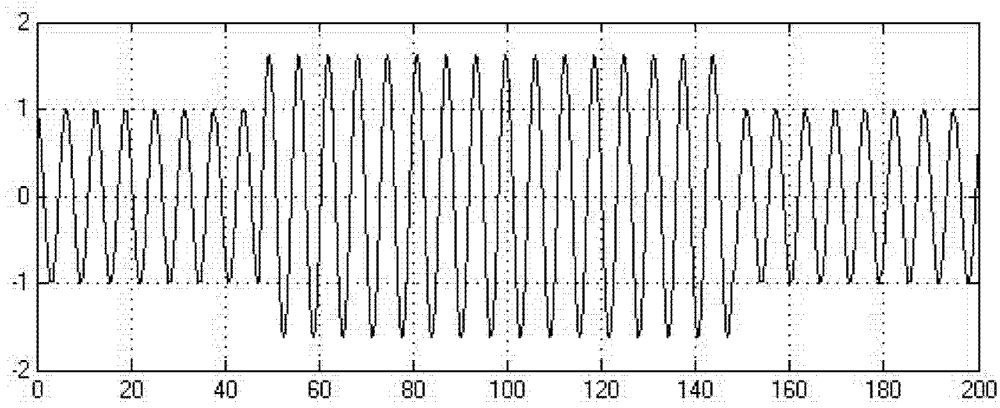


图 4

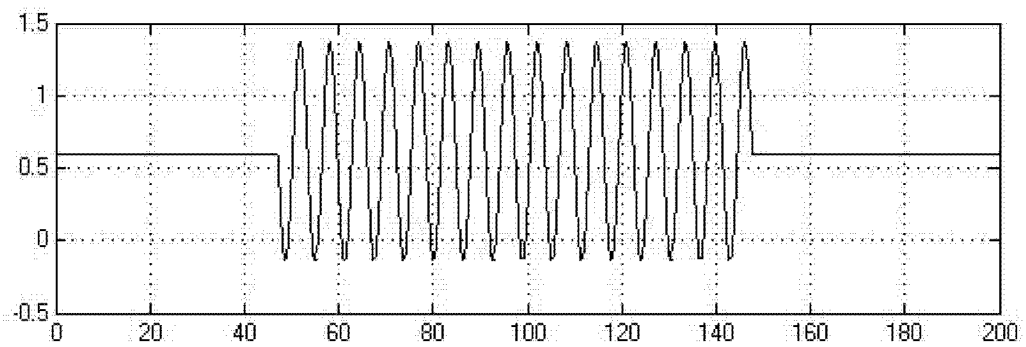


图 5

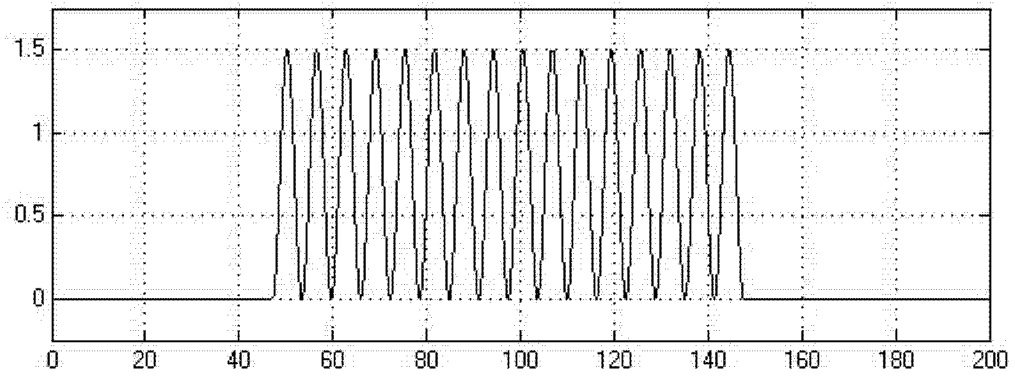


图 6

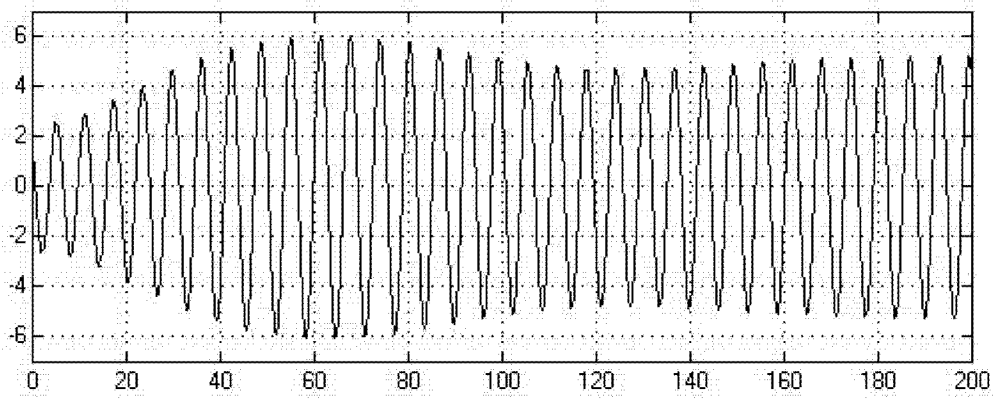


图 7

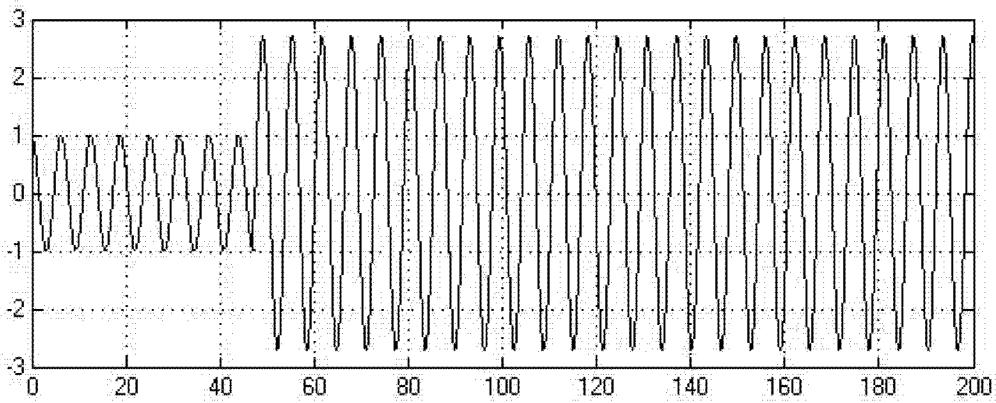


图 8

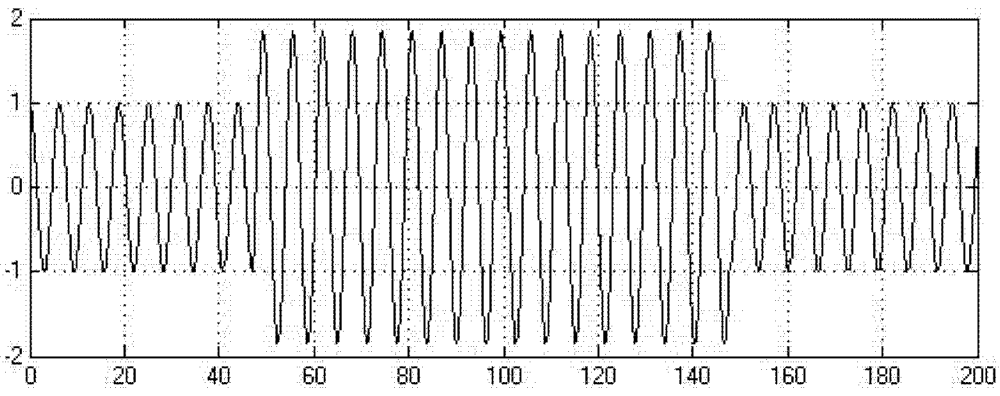


图 9

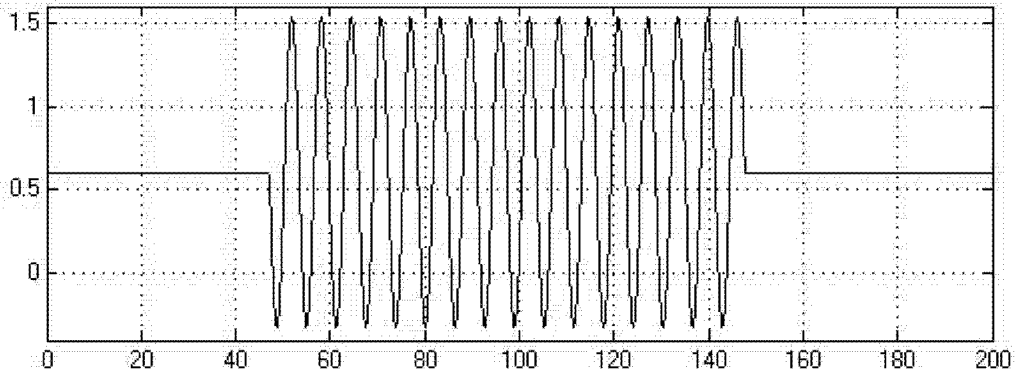


图 10

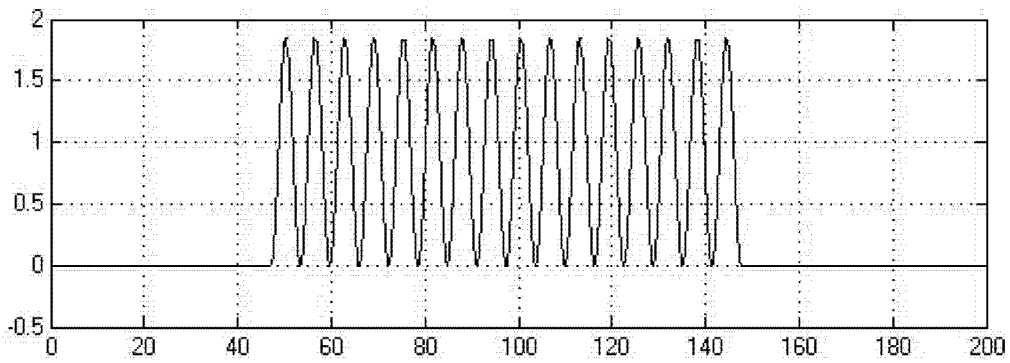


图 11

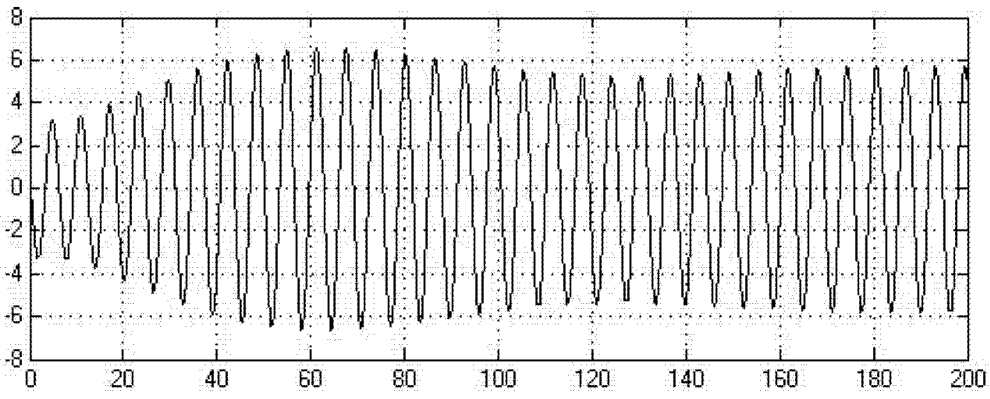


图 12

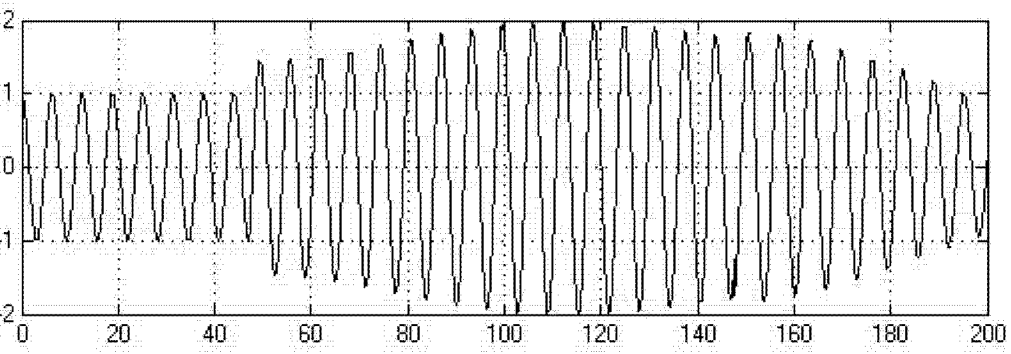


图 13