

无线电能与信息同时传输的研究与分析

张红丽 刘建萍

(郑州电力职业技术学院 河南省郑州市 450000)

摘要: 随着科技的飞速发展, 无线电能传输 (Wireless Power Transfer, WPT) 与无线信息传输 (Wireless Information Transfer, WIT) 已成为当下研究的热点。本文将对无线电能与信息同时传输 (Simultaneous Wireless Power and Information Transfer, SWIPT) 技术的研究与分析进行深入探讨, 阐述其基本原理、关键技术、应用场景与挑战等方面。

关键词: 无线电能传输; 信息; 场景

一、引言

在现代社会, 移动设备、物联网设备和智能家居等已经成为人们日常生活的重要组成部分。这些设备的普及和应用, 离不开电能和信息的传输。然而, 传统的有线连接方式在这些领域中的使用存在许多限制。比如, 传输距离短, 布线繁琐, 不仅影响了设备的美观和便携性, 还限制了设备的使用范围和灵活性。此外, 有线连接还可能导致设备间的互相干扰, 降低了系统的稳定性和可靠性。因此, 无线传输技术成为了当前研究的热点。无线传输技术可以消除有线连接的种种限制, 提供更方便、更灵活的解决方案。特别是无线电能与信息同时传输 (SWIPT) 技术, 它能在同一传输介质中同时传递电能和信息, 大大提高了传输效率, 也极大地方便了设备的使用。

二、SWIPT 技术原理

SWIPT 技术是一种先进的无线传输技术, 它基于电磁场耦合原理来实现电能和信息的同步传输。电磁场耦合是指两个或多个电路之间通过电磁场相互作用实现能量和信息的传输。在 SWIPT 技术中, 电磁场耦合被用来在发送端和接收端之间建立高效的能量和信息传输通道。为了实现电能和信息的同步传输, SWIPT 技术采用了特殊的调制和解调方法。首先, 发送端将电能和信息进行调制, 将它们叠加在同一个传输信号中。这个叠加的信号通过电磁场耦合的方式传输到接收端。在接收端, 信号经过解调处理, 将电能和信息分离出来, 然后分别供给给相应的设备使用。整个 SWIPT 系统中, 能量与信息接收是核心部分。接收端需要设计高效的能量接收装置和信息解码装置, 确保能够同时、准确地接收并处理电能和信息。这里的挑战在于如何在同一传输介质中高效地区分和处理这两种不同的信号, 避免相互干扰, 并确保传输的稳定性和可靠性。SWIPT 技术基于电磁场耦合原理, 通过巧妙的信号调制与解调技术, 以及高效的能量与信息接收装置, 实现了在同一传输介质中同时传递电能和信息, 为无线传输领域带来了创新和突破。

三、关键技术分析

(一) 电磁场耦合技术

电磁场耦合技术是 SWIPT 的基石。电磁场耦合涉及到发送端和接收端之间的磁场或电场相互作用。目前,

磁耦合由于其适中的传输距离、高效率及低成本, 被广大应用所采纳。磁耦合的方式采用磁场作为传输介质, 当发送端产生变化的磁场时, 这个变化的磁场会在接收端引发感应电流, 从而实现电能的无线传输。

为了增强磁耦合效果, 多数 SWIPT 系统采用线圈结构。线圈的结构、大小、匝数等都会影响到磁场的强度和传输效率。因此, 对线圈的优化设计是实现高效磁耦合的关键。

(二) 信号调制与解调技术

为了实现电能与信息的同步传输, 信号调制与解调技术是不可或缺的。调制是将原始信息嵌入到电能传输的信号中的过程, 而解调则是从接收到的复合信号中提取出原始信息的过程。

在调制过程中, 常用的方法有幅度调制、频率调制和相位调制。幅度调制是改变信号的幅度来代表不同的信息, 频率调制是改变信号的频率, 而相位调制则是改变信号的相位。选择哪种调制方法取决于应用的需求和传输介质的特性。解调过程需要准确地还原出原始信号, 确保信息的完整性和准确性。各种干扰和噪声可能会影响到解调的效果, 因此, 采用合适的信号处理和误差校正技术是关键。

(三) 能量与信息接收技术

接收端是 SWIPT 系统的关键部分, 它需要同时接收并处理电能和信息。为了实现这一功能, 接收端通常采用分离式结构, 包括电能接收模块和信息接收模块。

电能接收模块负责将接收到的电磁能转换为可以直接供给负载使用的直流电。这一过程中涉及到整流、滤波等步骤, 确保提供给负载的电能稳定可靠。信息接收模块则从接收到的复合信号中提取出原始信息。这通常涉及到放大、解调、解码等操作, 每一个步骤都需要精心设计, 确保信息的准确提取。

为了确保两个模块互不干扰、稳定运行, 还需要在接收端采取一系列的隔离和防护措施。电磁场耦合技术、信号调制与解调技术和能量与信息接收技术是 SWIPT 的三大关键技术。这三者紧密相连, 缺一不可, 它们共同构建了 SWIPT 技术的完整框架, 为无线电能与信息的同时传输提供了坚实的技术支撑。随着科技的不断进步和创新, 相信这些关键技术会进一步完善, 推动 SWIPT 技

术走向更广泛的应用领域。

四、应用场景与挑战

(一) 应用场景

1. 移动设备充电

传统的有线充电方式,虽然成熟稳定,但存在诸多不便。想象一下,当你在开会、吃饭或是旅行时,因为电量不足,不得不寻找充电插座,这样的场景无疑限制了设备的使用范围。更糟糕的是,频繁的插拔充电线可能会对设备的充电接口造成磨损。

SWIPT 技术为移动设备充电带来了革新。有了它,只要设备处于发射端的覆盖范围内,就能实现无线充电。这样,无论是在家里的沙发上、咖啡馆的桌子旁,还是办公室的会议室里,只要放下手机,电能就会自动传输到设备中,为其充电。这样的充电方式不仅大大增加了设备的使用范围,还避免了频繁插拔线缆带来的接口磨损问题,极大地提升了用户体验。

2. 物联网设备供电

物联网技术的崛起意味着我们周围充斥着大量的传感器、摄像头等物联网设备。这些设备多数时候需要持续、稳定的电能供应。传统的解决方案是通过线缆连接电源,但这样做不仅布线成本高,而且在一些特殊环境,如森林、河流等,布线难度极大甚至不可能实现。

SWIPT 技术为物联网设备的供电提供了新的思路。由于 SWIPT 技术可以实现一定距离内的无线电能传输,这意味着无论物联网设备被部署在哪里,只要在其传输范围内,都可以获得稳定的电能供应。这对于那些布线困难或是成本高昂的场景来说,无疑是一个巨大的优势。

3. 智能家居

家居环境的智能化是现代家居行业的一个重要趋势。想象一下,当你走进家门,灯光自动亮起,音响播放你喜欢的音乐,空调调至舒适的温度...这一切都通过智能家居系统实现。但如果这些设备之间都是通过线缆连接的,那么家居环境的整洁度和美观度都会大打折扣。

利用 SWIPT 技术,这些设备可以实现无线互联。这意味着灯具、音响、空调等设备不再需要线缆连接,家居环境看起来更加整洁、美观。同时,无线的连接方式也为用户带来了更加便捷的控制体验。

(二) 面临的挑战

1. 传输效率与距离

尽管 SWIPT 技术在传输效率上已经取得了显著的进步,但在实际应用中,我们仍面临着许多挑战。特别是在为那些远离发射端的设备充电时,当前的传输效率与距离尚不能满足所有需求。想象一下,如果家里的智能家居设备或户外的物联网设备距离充电发射端过远,那么无线充电就可能变得效率低下或者根本无法实现。为了满足更多样化的场景需求,我们必须持续优化 SWIPT 技术,提高其传输效率并增大传输距离。

2. 电磁辐射与干扰

每当谈及无线传输,电磁辐射都是一个不可避免

话题。电磁辐射不仅可能对人体健康产生影响,还可能干扰其他电子设备的正常运行。因此,如何确保 SWIPT 技术在传输过程中的电磁辐射维持在安全范围内,以及如何最大限度地避免与其他设备产生干扰,都是科研人员必须面对的问题。这需要在技术设计上更加精巧,也要在设备部署上进行合理规划。

3. 成本与系统兼容性

对于任何新技术来说,要想从实验室走向大众市场,降低成本和提高系统兼容性都是必经之路。只有当 SWIPT 技术的成本与传统方式相当时,它才可能获得大规模的应用。这需要在材料选择、生产工艺等方面进行持续的创新和优化。同时,考虑到当前市场上存在众多品牌和型号的设备,如何确保各个厂商、各种设备都能适配同一套 SWIPT 标准,也是推动其广泛应用的关键。

SWIPT 技术虽然前景光明,但要真正实现广泛应用,仍需跨越多个难关。这不仅仅是学术界的研究任务,更需要产业界的共同努力。只有学术界与产业界紧密合作,将研究成果快速转化为实际产品,我们才能确保 SWIPT 技术持续、稳定地发展,并最终为人们的生活带来真正的便利和革命性的变化。希望在不久的将来,我们能够充分利用 SWIPT 技术,为这个世界创造更多的可能和奇迹。

五、结论与展望

本文从无线电能与信息同时传输技术的研究与分析出发,介绍了其基本原理、关键技术、应用场景与挑战等方面。SWIPT 技术作为未来无线传输领域的重要发展方向,将为我们的生活带来更多便捷与可能性。然而,要实现 SWIPT 技术的广泛应用,仍需解决诸多挑战。我们相信随着科技的不断进步与创新,这些问题将逐渐得到解决,推动 SWIPT 技术走向成熟与普及。

参考文献:

[1] 闫孝姮;王尚宇;陈伟华.心脏起搏器无线供能线圈偏移效率优化研究[J]. 传感器与微系统,2022(11)

[2] 刘旭;宋翔昱;原熙博;夏晨阳;伍小杰.一种利用可切换补偿电容的三线圈无线电能传输系统互感识别及效率优化方法[J]. 中国电机工程学报,2022(22)

[3] 徐伟;肖新宇;董定昊;唐一融;胡冬;刘毅.直线感应电机效率优化控制技术综述[J]. 电工技术学报,2021(05)

[4] 廖莎;宋城.供电服务体系的效率优化策略分析[J]. 集成电路应用,2021(10)

基金项目:河南省高等学校重点科研项目,项目名称:《基于共享通道的双向无线电能和信息同时传输系统特性研究》,项目文件:河南省教育厅教科技〔2021〕383号文件,项目编号:22B480006

作者简介:张红丽 出生年月:1981年11月 性别:女 民族:汉 籍贯:郑州市 学历:硕士 职称:副教授 研究方向:电子与通信工程