**杭州电子科技大学**

**毕业设计（论文）开题报告**

|  |  |
| --- | --- |
| **题 目** | **局部有源忆阻器在混沌振荡电路中的应用** |
| **学 院** | **电子信息学院** |
| **专 业** | **电子信息科学与技术** |
| **姓 名** | **刘文杰** |
| **班 级** | **15041912** |
| **学 号** | **15036822** |
| **指导教师** | **顾梅园** |

1. **综述本课题国内外研究动态，说明选题的依据和意义**

1971年，美国华裔科学家蔡少棠教授根据电路关系完整性推断出继电阻、电容、电感后存在第四种基本元件——忆阻器。忆阻器是一种具有非易失性（记忆性）的非线性器件，又称记忆电阻。可以记忆流经它的电荷数量，通过控制电流的变化可以改变其阻值。当没有电流流过时，其电阻值会停留在断电之前的值。蔡少棠将忆阻器分为四类，理想忆阻器，理想—通用忆阻器，通用忆阻器，扩展忆阻器。本文研究的是通用忆阻器。

2008年5月，惠普公司实验室在《自然》上首次发表了忆阻器的实现，实验室的Stan Willianms 和 Strukov等利用纳米材料研制出一个真实的忆阻器。研究成果震惊了国际电工电子技术世界，极大的唤起了人们开展忆阻器及其电路的研究兴趣。忆阻器对于计算机科学、生物工程学、神经网络、电子工程、加密通信领域等都具有重要意义。

混沌理论是一门兴起的新学科。如今，混沌理论与相对论、量子力学并称为二十世纪物理学的三大成就之一。在混沌研究的历史中，有以下三个重要研究节点。

19世纪末期，法国著名数学家和物理学家庞加莱（Poincare）发现了动力系统中的同宿轨道和异宿轨道，依据动力学理论研究得出三体问题无解的结论，并首次发现三体运动中的混沌现象，发现混沌的非周期性，是发现混沌的第一人。

20世纪60年代，混沌之父、美国著名气象学家洛伦兹（Lorenze）研究大气运动中的混沌现象时，发现混沌系统对初始条件高度敏感性。1979年，他在华盛顿科学进步协会报告中称这种现象为“蝴蝶效应”。

1975年12月，美国数学家李天岩和它的导师约克在《美国数学月刊》发表了题目为《周期3意味混沌》的文章，自此“混沌”成为非线性科学领域中的一个专业术语，“chaos”一词正式出现在各种科技文献中，混沌科学正式建立。

由于混沌的非周期性，对参数和初值的极度敏感性，伪随机性，不可预测性，在信息安全领域得到广泛运用。近年来，混沌科学与其他科学相互渗透，无论是在生物学、数学、物理学、电子信息科学，甚至在音乐、艺术等领域，混沌理论都得到了广泛的运用。

忆阻器的纳米级尺度及非易失性存储特性使其非常适合制作大规模集成电路，实现人工神经网络中的突触单元等，因此忆阻器的理论和应用研究在进几年备受国内外学者的高度关注，已经成为一个前沿性的研究热点。而利用忆阻器的非线性和局部有源性的特点，把它和其它基本电路元件组合能构成一个可产生混沌信号的混沌振荡电路，该混沌电路可以应用到保密通信领域和实际的工程加密中。

1. **研究的基本内容，拟解决的主要问题：**

忆阻器是物理上新实现的第四种基本电路元件，尚有很多不为人们所知道的特性。关于忆阻器及其局部有源特性的文献成果报道较少，尤其缺乏相应的电路仿真结果。忆阻器内部初始状态对其外在电路的非线性动力学特性有着较大的影响。忆阻器实现报道后，关于忆阻器与忆阻电路的研究全方面展开。如今，关于忆阻器的研究很多。然而，关于忆阻器非线性特性、局部有源特性研究不多。

本文基本的研究内容为忆阻器建模与忆阻器的基本电路特性研究、忆阻混沌电路动力学分析，给出响应电路仿真结果，为理论提供实验参考依据，并提供关于混沌电路与混沌吸引子成因的非线性动力学分析方法。进而验证理论分析的正确性。

具体研究基本内容主要分为两部分：第一部分——先依据蔡少棠的通用忆阻器模型原理提出一个新的通用忆阻器数学模型，通过绘制忆阻器的断电图（POP图）判断忆阻器是否是非易失性存储器。通过绘制DP特性曲线判断平衡点的稳定性（不稳定性）。通过观察忆阻器的直流V-I轨迹来分析忆阻器的局部有源特性。绘制忆阻器在周期性交流电激励下的V-i曲线，展示忆阻器在不同频率下的滞回曲线，研究该曲线随外加激励频率编号的特性。

第二部分——通过我们提出的忆阻器设计一个振荡电路，并观察电路是否振荡验证忆阻器的局部有源特性。通过绘制不同初始状态下的电流，电压，忆阻器状态变量随时间变化曲线分析不同初始状态对混沌电路的影响。通过绘制电路的二维与三维相图来观察电路的混沌现象。

更重要的是为混沌电路提供一些非线性动力学分析方法。列出电路的雅克比矩阵，特征方程，根据特征值确定系统的稳定性。根据李雅普诺夫指数，确定不同初值状态下混沌吸引子的类型。并观察不同电路参数的振荡状态和吸引子类型。最后，给出了系统的动力学特性的一些数值描述。

1. **研究步骤、方法及措施：**

1、本文的研究步骤如下：

（1）首先根据蔡少棠提出的通用忆阻器数学模型的展开式建立一个新的局部有源忆阻器的数学模型；

（2）通过绘制忆阻器的POP断电图，判断忆阻器平衡点的稳定性，并证明该忆阻器具有非易失性；

（3）通过绘制忆阻器的直流V-I曲线及DP特性曲线，确定忆阻器是否是局部有源的。研究不同状态变量的初值对状态变量的影响，研究要使忆阻器处于局部有源区域，状态变量的初始值应满足何种条件；

（4）通过绘制忆阻器在周期性交流电激励下的伏安特性曲线（“8”字形滞回曲线图），研究该伏安特性曲线（滞回曲线）随外加激励频率变化的特性；

（5）设计一个包含局部有源忆阻器的混沌振荡电路，观察混沌振荡电路保持振荡的初始条件。写出该混沌振荡电路的雅克比矩阵与特征方程，通过计算不同初始状态下混沌系统的特征值判断该系统的稳定性，并对其动力学特性进行分析。

（6）绘制混沌振荡电路的电流、电压、状态变量的时域波形图、相图、李雅普诺夫指数图和分叉图。观察不同电路参数下图形的特征。

2、研究方法和措施

（1）对局部有源忆阻器进行数学建模、并利用该模型设计一个简单的混沌电路，获得丰富的混沌动力学特性。并对混沌振荡电路进行数学建模和电路建模；

（2）用matlab编程绘制局部有源忆阻器的POP断电图、绘制直流V-I曲线图、绘制交流激励下局部有源忆阻器的“8”字滞回曲线图（伏安特性曲线）；

（3）用matlab编程实现混沌振荡电路的不同初始值状态下的时域波形图、相图、李雅普诺夫指数图和分岔图，并分析系统平衡点的稳定性，研究系统通过何种途径进行混沌状态。

（4）用matlab改变混沌振荡电路中的参数，观察不同电路参数下李雅普诺夫指数的差异和各个相图之间的差异；

该实验仿真平台为Matlab，所有实验结果与实验数据都来自Matlab软件仿真。

**四、研究工作进度：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **时间** | **内容** |
| **1** | 2018.12.20-2019.1.6 |  |
| **2** | 2019.1.7-2019.1.12 | **任务书** |
| **3** | 2019.3.4-2019.3.10 | **开题报告会** |
| **4** | 2019.3.11-2019.3.24 |  |
| **5** | 2019.3.25-2019.4.7 |  |
| **6** | 2019.4.8-2019.4.21 |  |
| **7** | 2019.4.22-2019.5.5 |  |
| **8** | 2019.5.6-2019.5.19 | **撰写毕业论文** |
| **9** | 2019.5.20-2019.5.30 | **论文评审及查重** |
| **10** | 2019.6.3-2019.6.9 | **答辩报告会** |

**五、主要参考文献：**（所列出的参考文献不得少于10篇，其中外文文献不得少于2篇，发表在期刊上的学术论文不得少于4篇。）

[1] L. O. Chua, “Resistance switching memories are memristors,” Appl Phys A, vol. 102, pp. 765-783, 2011.

[2] L. O. Chua, “Everything you wish to know about memristors but are afraid to ask,” Radio engineering, vol. 24, no. 2, pp. 319-368, 2015

[3]A. Ascoli,S. Slesazeck, H. Mahne, R. Tetzlaff and T. Mikolajick, “Nonlinear dynamics of a locally-active memristor,” IEEE Trans. Circuit Syst.I,vol.62,no.4,pp.1165-1174,2015.

[4]Peipei Jin, Guangyi Wang, Herbert Ho-Ching Iu, “A Locally-Active Memristor and its Application in Chaotic Circuit,” IEEE Trans. Circuit Syst.II, vol.65,No.2,pp.246-250,2018.

[5]Shyam Prasad Adhikari, Maheshwar Pd. Sah, Hyongsuk Kim. “Three Fingerprints of Memristor,” IEEE Trans. Circuit Syst.I,vol.60,no.11,pp.3008-3021,2013.

[6]L. O. Chua, ”Local activity is the origin of complexity,”Int. J. Bifurcation Chaos. vol.15, no.11, pp.3435-3456,2005.

[7] Chua L.O.: Memristor-The missing circuit element[J].IEEE Trans. Circuit Theory, 1971,18(5):507-519.

[8] Chua L.O., Sung Mo kang.:Memristive Devices and Systems[J].Proceedings of the IEEE, vol.64, No.2,February 1976.

[9]包伯成,邹相,胡文,武花干.有源忆阻器伏安关系与有源忆阻电路频率特性研究[J].电子学报,2013,41(03):593-597.

[10]包伯成,胡文,许建平,刘中,邹凌.忆阻混沌电路的分析与实现[J].物理学报,2011,60(12):63-70.

[11]彭存建,王光义,王伟.基于TiO\_2忆阻器的混沌振荡电路[J].杭州电子科技大学学报,2014,34(02):8-11.

**六、开题答辩小组评审意见：**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核点** | **背景及意义阐述情况** | **研究内容与任务书的匹配程度** | **研究方案合理性** | **进度安排情况** | **答辩情况** | **总分** |
| **满分** | **20** | **30** | **30** | **10** | **10** | **100** |
| **评分** |  |  |  |  |  |  |

开题答辩小组负责人签字：

2019 年 3 月 11 日