

令和 2年 1月 28日

学位論文の審査要旨

学位申請者氏名： 王 建龍

論文題目：Explicit Circuit Parameter Design Methodology for Operational Amplifier Stability
(オペアンプ安定性のための回路パラメータ設計手法)

論文の概要及び判定理由

この論文では従来アナログ回路分野に用いられていなかった制御工学分野の考え方を取り入れ、とくにオペアンプ回路安定性設計の問題の解決に取り組んだ。その結果、これまでは勘と経験で行っていた回路素子のパラメータ値の設定の理論的な導出を可能とした。これにより様々な回路方式のオペアンプ回路性能の向上のための明確な設計指針が得られる。制御理論の分野では、フィードバックシステムの安定性を判断するための多くの基準が開発されているが、その中でとくにナイキスト安定性基準およびラウス・フルビッツ安定性基準が広く使用されている。電子回路設計の分野では、ボード線図が回路設計者に最も頻繁に使用され、ナイキスト線図は時々使用される。しかしアナログ電子回路に関する関連テキスト・論文調査によると、ラウス・フルビッツ法のオペアンプ回路安定性の解析と設計への活用は言及されていない。しかしラウス・フルビッツ法を用いてオペアンプ設計者に有用な、その安定性を得るための陽な回路パラメータ公式を導出した。

この導出した条件式により、回路設計者は様々な回路方式のオペアンプ回路の安定性を得るためには、どのパラメータ値を大きくしたらよいかまたは小さくしたらよいかを知ることができる。この手法では最初にオペアンプの小信号等価回路を導出してその伝達関数を得る。次にそれにラウス・フルビッツ安定性基準を適用し、オペアンプ回路パラメータの明示的な安定条件を導出する。この論文の前半の理論的な部分では、ある条件下でのナイキストとラウス・フルビッツの安定性基準の等価性を示している。次に、ラウス・フルビッツ安定性基準のパラメータとオペアンプの位相余裕との関係を考察した。次に提案手法により十分な余裕を持つオペアンプの安定性のための明示的な回路パラメータ条件が得られることを示した。これらは、オペアンプの解析と設計に役立つが、従来の方法ではこの条件は取得できなかった。論文後半の検証部分では、トランジスタレベルのオペアンプ回路の回路シミュレーションで提案方法の有効性を検証した。

以上の結果は学術および産業の両面から価値が高く、博士(理工学)の学位に値するものと判定した。

審査年月日 令和 2年 1月 28日

審査委員

主査	群馬大学学術研究院	教授	橋本誠司	印
副査	群馬大学学術研究院	教授	藤井雄作	印
副査	群馬大学学術研究院	准教授	弓仲康史	印
副査	群馬大学学術研究院	准教授	高橋俊樹	印
副査	群馬大学学術研究院	教授	小林春夫	印

関連論文

- 1 著者名 Jianlong Wang, Gopal Adhikari, Nobukazu Tsukiji, Haruo Kobayashi
論文題目 Analysis and Design of Operational Amplifier Stability Based on
Routh-Hurwitz Stability Criterion
(和訳) ラウス・フルビッツ安定規範に基づく演算増幅器安定性の解析と設計
雑誌名 電気学会論文誌 (和文誌 C) 第 138 巻 第 12 号 1517 頁~1528 頁
2018 年 12 月

参考論文 (1)

- 著者名 Jianlong Wang, Yuji Gendai, Anna Kuwana, Haruo Kobayashi
論文題目 Obtaining Gain and Phase Margin from Closed Loop Measurement of
OPamps
(和訳) 演算増幅器の閉ループ測定から利得および位相余裕を得る手法
国際学会名 Proceedings of International Conference on Mechanical, Electrical and
Medical Intelligent System, Kiryu, Japan (Dec. 2019)

参考論文 (2)

- 著者名 Jianlong Wang, Gopal Adhikari, Nobukazu Tsukiji, Mayu Hirano,
Haruo Kobayashi, Keita Kurihara, Akihito Nagahama, Ippei Noda, Kohji Yoshii
論文題目 Equivalence Between Nyquist and Routh-Hurwitz Stability Criteria
for Operational Amplifier Design
(和訳) 演算増幅器設計のためのナイキスト, ラウス・フルビッツ安定規範の等価性
国際学会名 Proceedings of IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing
and Communication Systems, Xiamen, China (Nov. 2017)

参考論文 (3)

- 著者名 Jianlong Wang, Gopal Adhikari, Haruo Kobayashi, Nobukazu Tsukiji,
Mayu Hirano, Keita Kurihara, Akihito Nagahama, Ippei Noda, Kohji Yoshii
論文題目 Analysis and Design of Operational Amplifier Stability Based on
Routh-Hurwitz Stability Criterion
(和訳) ラウス・フルビッツ安定規範に基づく演算増幅器安定性の解析と設計
国際学会名 Proceedings of IEEE 13th International Conference on Solid-State and Integrated
Circuit Technology, Hangzhou, China (Oct. 2016)