多目的遺伝的アルゴリズムを用いた PWM インバータにおける LC-filter の最適化

中 隆行* 鈴木 翔大* 羽根吉 寿正*

Optimization of LC-filter in PWM Inverter Using Multipurpose Genetic Algorithm

Takayuki Naka*, Shota Suzuki*, Toshimasa Haneyoshi*

Abstract - In this research, it proposes optimization by the computer-aided to the design of LC-filter in the PWM inverter. The optimization system that applies a multipurpose genetic algorithm to the design of LC-filter is constructed.

キーワード : 多目的遺伝的アルゴリズム, 単相 PWM インバータ, LC-filter

Keywords : multipurpose genetic algorithm, single phase PWM inverter, LC-filter

1. はじめに

本研究では, LC-filter の設計にコンピュータ支援による最適化を提案する。LC-filter の設計に多目的遺伝的アルゴリズム SPEA(Strength Pareto Evolutionary Algorithm)を応用した最適化システムを構築し, LC-filter の最適化を行なう。

2. 多目的遺伝的アルゴリズム

〈2・1〉 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム(GA)において, 最適化対象は遺伝子を持った個体として扱われる[1]。

(1) 適応度割り当て

GA の操作である選択では, 適応度にもとづいて個体を増やしたり削除する。本システムでの適応度割り当てとしてパレート・ランキング法を用いる。また, 保存個体群の削除方法として, アーカイブ端切手法を用いている。

〈2・2〉 多目的最適化

多目的最適化問題では一般的に完全最適解を得ることはできないため, パレート最適解の概念を用いて解の探索を行なう必要がある。また, パレート最適解は一方の値を改善すると, もう一方の値を悪化せざるを得ないトレードオフの関係にあるため, パレート最適解は複数存在し, 最終的には設計者による選択が必要となる。

3. LC-filter の最適化

〈3・1〉 PWM インバータシステム

単相 PWM インバータ(図 1)は離散時間モデル追従制御法を用いて交流波形を出力する[2]。

〈3・2〉 最適化問題と目的関数

LC-filter の設計を行なう際に重要な点は, 次のことである。変数は L と C の値となる。共振周波数の逆数値(T_o), 歪み率(THD), 実効電圧誤差率(Verror), インダクタンスに流れる実効電流(IL)を出来るだけ小さくすることである。このことから, 4 目的最適化問題を解く。

4. 結果および考察

図 2 にパレート解の分布図, THD-IL 特性, T_o -IL 特を示す。THD が 1.0[%]となるような LC-filter を考える。

図 1 PWM インバータシステム

図 2 多目的 GA によるシミュレーション結果

表 1 THD[%]が 1.0[%]となるようなパレート最適解

	T_o [ms]	Verror[%]	IL[A]	L_f [μ H]	C_f [μ F]
A	0.82	1.29	9.41	161	106
B	0.80	1.38	9.53	158	104
C	0.80	1.45	9.35	161	99

各目的関数に対して均衡にあると考えられるパレート最適解 A,B,C を表 1 に示す。3 点の中から任意の 1 点を選択する。図 2 と表 1 から A,B,C の特徴がわかる。3 点中 A 点は, Verror の値が最小であることがわかる。C 点は, T_o [ms], IL[A] の値が最小値であることがわかる。以上から, 4 目的関数中の 2 目的関数 IL[A], T_o [ms] が最適値となっている, C 点のパレート最適解($L_f=161[\mu H]$, $C_f=99[\mu F]$)を最終的に選択することができる。

文献

- [1] 渡邊 真也, “遺伝的アルゴリズムを用いた多目的最適化へのアプローチ”, 日本機械学会誌, Vol.106, No.1011 2003 年
- [2] A. Umemura, T. Haneyoshi, Y. Saito and F. Harashim: “Discrete-time Model Following Control of Inverter with Rectifier Load”, The IEEJ Trans. IA, Vol 125, No 7, 2005

* 東京電機大学理工学部
〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂