

電流増幅器を用いたインバータのコモンモードノイズの低減

益田 翔太* 中牟田 修一* 今岡 淳** 庄山 正仁**
(九州大学大学院 *システム情報科学府 **システム情報科学研究所)

1 はじめに

AC モータの駆動に用いられるインバータはスイッチング動作を含むため、電流ノイズを発生させる。電流ノイズの中には、主回路からグラウンドを通して他の電子機器に影響を与えたり、モータの軸受けに電食を引き起こしたりするコモンモードノイズがあり、このノイズの低減は重要な課題となっている。今回我々は、LISN に流れるコモンモードノイズを低減する漏れ電流補償回路[1]を改良した、電流増幅器を用いたノイズ低減手法を提案する。これは、LISN に流れるコモンモードノイズだけでなく、漏れ電流補償回路では対策できないモータの軸電流も低減できるという特徴を持つ。

2 原理

対象とする回路を図 1 に示す。コモンモードチョークによりノイズ電流の変化を抑制する従来の手法である。また、図 2 に図 1 のコモンモード等価回路を、図 3 に本提案手法によりノイズ対策した場合のコモンモード等価回路を示す。本提案手法は、モータに流れるコモンモードノイズ電流をトランスで検出し、電流増幅器によって増幅した電流を別ルートに流す方法である。これにより、モータの軸電流 I_m や LISN に流れるコモンモードノイズ電流 I_{m2} の低減を計った。理論式は以下の通りである。

$$n_1 = n_2 \text{ とすると}$$

$$I_1 - I_2 = I_m = I_b, I_2 = h_{fe} I_b \text{ より}$$

$$I_m = \frac{I_1}{1 + h_{fe}}$$

以上の式から、大きな増幅率を持つ電流増幅器を用いることで、ノイズ低減できると考えた。

3 シミュレーション

軸電流と LISN を通る電流の波形を PSIM によるシミュレーションにより観測した。従来のコモンモードチョーク手法を用いた回路と本提案手法を用いた回路を比較した。

ノイズ電流の発生源は、インバータのスイッチングによる電圧変化であるため、電圧源(矩形波)を用いた。コモンモード等価回路の各パラメータを表 1 に記す。

また、図 4 にシミュレーション結果を示す。(a)のチョーク手法のノイズ電流波形と比べ、(b)の本提案手法はノイズ電流 I_m , I_{m2} 共に低減できていることが分かる。

4 まとめ

本研究では、電流増幅器を用いることでモータの軸受けや LISN に流れるコモンモードノイズ電流を低減する方法について考察し、シミュレーションによってその効果を検証した。

より小さな増幅率の電流増幅器を用いたノイズ低減が今後の課題である。

参考文献

- [1] 蛭間 淳之「エアコン用インバータと汎用ドライバ IPDUTM」東芝レビュー Vol.55 No.7(2000)
- [2] 小笠原悟司,張松,赤木泰文「PWM インバータのコモンモード電圧を抑制するアクティブ補償回路の構成と特性」電学論 D, 120 巻 5 号, pp.658-665(平 12)

表 1. 各パラメータ

電圧源(矩形波)	$f=16.5 \text{ kHz}$	$V=282 \text{ V}_{\text{pp}}$	$\text{Duty}: 30 \%$
モータ内部等価回路	$L=70 \mu\text{H}$	$R=600 \Omega$	$C=800 \text{ pF}$
コモンモードチョーク L_l	$L=50 \mu\text{H}$	$R=1 \Omega$	
Y コンデンサ C_Y	$C=2200 \text{ pF}$		
補償電流用コンデンサ C_l	$C=100 \text{ pF}$		
トランス Tr	$L=30 \mu\text{H}$	$R=0.1 \Omega$	$n_1:n_2=1:1$
	$L_p(\text{一次漏れ})=L_s(\text{二次漏れ})=0.1 \text{ nH}$		
電流制御電流源	電流増幅率 $h_{fe}=8000$		

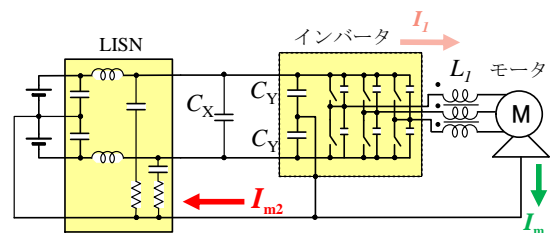


図 1. 従来のチョーク手法の回路図

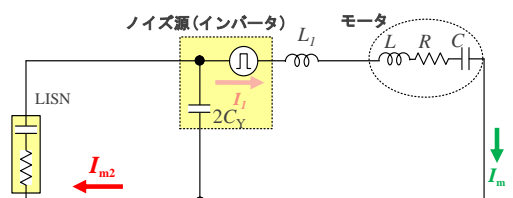


図 2. 従来のチョーク手法のコモンモード等価回路

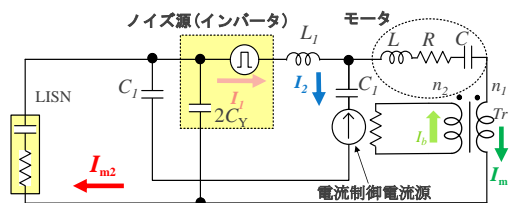


図 3. 本提案手法によりノイズ対策した回路のコモンモード等価回路図

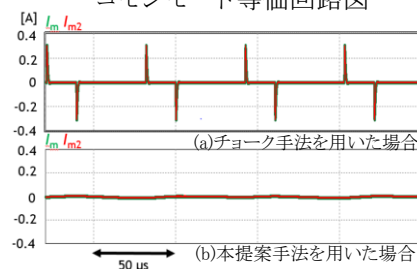


図 4. 電流波形 I_m, I_{m2}