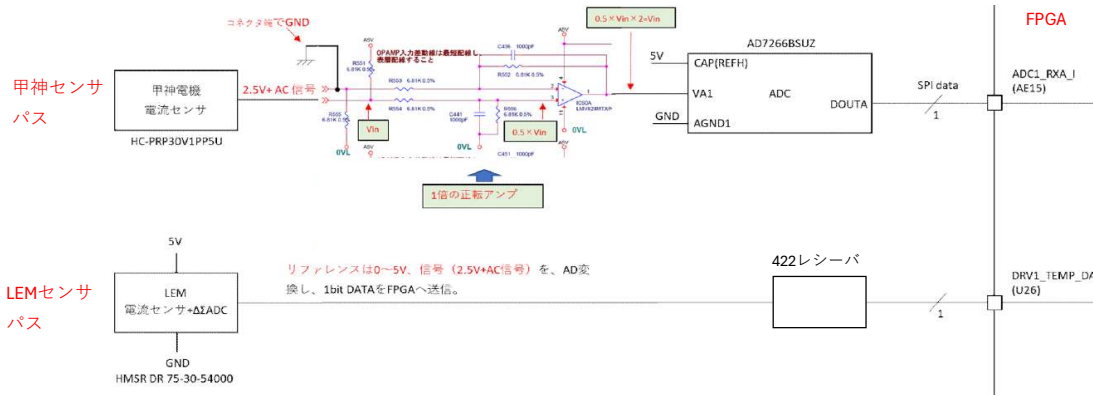


甲神センサ(SAR-ADC)をLEMセンサ($\Delta\Sigma$ ADC)に置換するProjectの状況報告

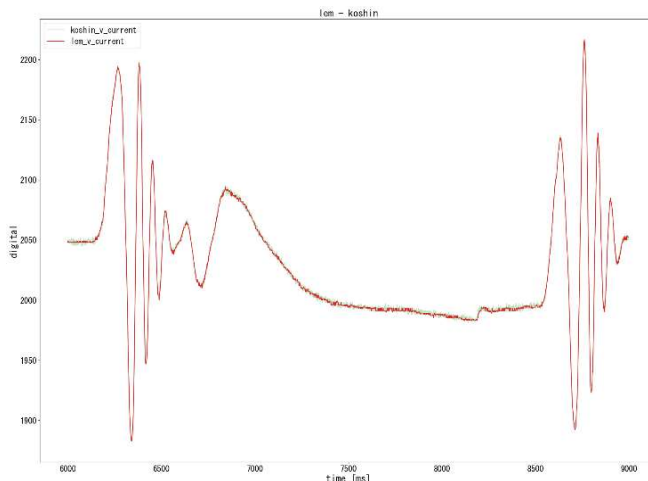
1. システム構成

甲神センサとLEMセンサのシステム構成の概要は、下図に様になっています。



2. '24.4.30時点での達成内容

◆モータ制御を実動作させて、**甲神センサの電流値と、LEMセンサの電流値が一致**するのを確認。尚、LEMのADC値に1.23倍のデジタルゲインを掛けて振幅を調整。



赤：LEM電流センサ波形
緑：甲神電流センサ波形

◆LEMセンサを使ってモータ制御を行い、SP100%でモータが回ることを確認。

後山さんに、測定データを、下記へ、順次格納を実施して頂く。

[¥¥133.192.13.241¥s007_02¥FPGA¥14_RC0¥GaN+LEM電流センサ評価ボード\(RC8A\)¥8.評価](#)

3. 懸念点

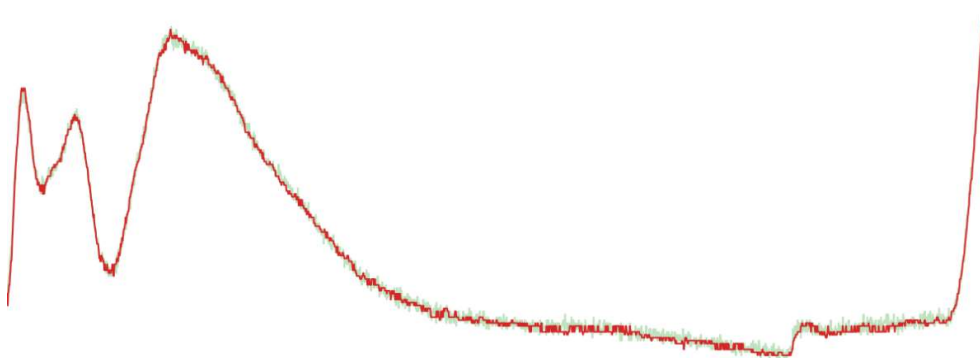
- 1) LEMセンサは、甲神センサと完全に機能等価である、或いは、それ以上の性能を有しているのか？
- 2) LEMセンサは、甲神センサと同様なりニアリティ、上下限の振る舞いが同等、若しくは、安全な振る舞いをするのか？

4. 見解

4-1. LEMの優位性

4-1-1 ノイズが改善

下図は、緑は甲神センサ、赤はLEMセンサです。ノイズのRMS計算は未実施ですが、明らかに、**LEMのノイズレベルは、甲神に対して低くなっています**。皆様が想定した通り、①差動データ転送、②ノイズシェーピングが、奏功していると考えられます。



3-1-2 コスト改善

甲神センサ時のUVオペアンプと、LEMセンサ時の422レシーバは、価格的に相殺されるとすると、ADC、2個分が、コストダウンとなります。ADCが2個の価格は、 $@1,000 \times 2 = @2,000$ 。原価率30%すれば、**エンド価格で@5,000強のコストダウンで、基板面積が小さくなる分、更にコストを圧縮可。**

5. 宿題

5-1 sincフィルタの実機動作確認

sincフィルタ調整レジスタの0x220E4、0x220E6は、デフォルトで評価したのみ。そこで、下記の評価を実施する。

①**lem_osr=3、ma_f=0x01に設定して、OSR=256にして、上図のノイズレベルが改善するかを確認**する。特に、分解能が12bitを満足する様になるので、ノイズレベルが下がるかどうかを確認する。

②**更に、lem_osr=4、ma_f=0x01に設定して、OSR=512にして、ノイズレベルを確認**する。

5-2 FPGAの回路の追加検証

sincフィルタを、**OSR=256の設定にして、16kHzサンプリング(62.5uS)以内に収まるかを検証**する。Sincフィルタの動作クロックは8.192MHzなので、 $T=122\text{nS}$ 。OSR=128だと、 $122\text{nS} \times 128 = 15.6\text{uS}$ 、OSR=256だと、 $122\text{nS} \times 256 = 31.2\text{uS}$ 。計算上は、満足するが、検証して確認すること。

この検証が取れると、ADCの分解能と、ダイナミックな動作が保証される。

5-3 FPGAの回路のupdate等

◆**8ch分のロジックを搭載しても、FPGAに収まるかどうかを確認**する。'23.12月に実施した時は、FPGAに8ch搭載した時のゲート増加率は、76%⇒77%であった。実回路で再確認する。

◆現在のFPGAデザインでは、ゲイン回路は、16kHzのnWRパルスで2段程度ラッチしているので、タイムラグが発生している。nWRでラッチしない構成にデザインを

修正して、**ダイナミックな電流変化に対応出来る回路に変更**すること。

◆AD7402のsincフィルタのRTLは、gatedクロックのデザイン。Gatedクロックをgenerated_clockで指定しても、上手く当てることができずに、回路出力がノイズになる。その為、現在はgatedクロックでなく、8.192MHzの単一クロックで動作させている。**Quartusのチッププランナで確認して、gatedクロック指定を実現**すること。

尚、Gatedクロックのメリットは、省電力。

◆ゲイン回路は、1倍以下の、0.4倍～1倍、0.01ステップを想定したもので、1倍以上は想定外。1.25倍までは結果的に動作するのを確認したが、何倍まで動作するか、拡張する場合の回路修正方法を確認しておく。

5-4 システム評価系

◆ノイズ改善の定量的評価。**ノイズのRMS算出**。

◆ノイズが低減したことで、**一定速度、一定位置を目標値とした時、ジッタ量が改善されるかどうかを確認**する。

◆台形制御した時の、**目標値と制御量の差分が、甲神センサ同等かどうか？**

◆**磁気飽和近辺や、電流がリミットに近い時の振る舞いが、甲神と同等かどうか？**

5-5 Fundamentalな動作確認

◆電流のランプ波形をLEMセンサに入力して、**微分直線性が、1LSB以下を満たしているかを確認**。