

7-8 水星探査衛星搭載プラズマ波動観測用 高次数低域通過フィルタの設計

電磁波工学研究室
0012051 富川 善朗

1. 研究目的

国際水星探査計画「Bepi Colombo」において水星磁気圏探査衛星 (MMO:Mercury Magnetospheric Orbiter) が2011年に打ち上げられる予定である。MMOの目的は、水星の磁場や磁気圏の構造を解明することである。このうちDC~20Hzの超低周波帯の電界は、電界観測装置 (EFD:Electric Field Detector) で観測する。本研究ではEFDの受信機アナログ部高次数通過フィルタ (LPF:Low Pass Filter) の設計と試作、及びその性能の検証を目的とする。

2. LPF の設計

EFDの構成図を図1に示す。EFDは2つのアンテナ (PANT-A、PANT-B) を用いてダブルプローブ法で電界を観測する。観測された波形はLPFを通り、16bitのA/Dコンバータでサンプリングされる。サンプリング周波数は64Hzである。LPFの仕様として、カットオフ周波数を20Hz、通過域での電圧の利得-周波数特性を平坦にしなければならない。この条件よりパワース型LPFを用いる。またエリアジングの影響を抑えるため、サンプリング周波数にて90dB減衰させる必要がある。よって必要次数は9次となる。本研究で設計した9次パワース型LPFの回路図を図2に示す。図2のようにLPFは抵抗、コンデンサとOPアンプを用いたアクティブフィルタとし、1段目を1次、2~5段目を2次とする5段構成である。各段のカットオフ周波数とダイナミックレンジを考慮して、Q (鋭敏度数) が小さい方から並べる。

3. 測定方法と結果

FFTサーボアナライザを利用して、LPFの利得-周波数特性を求めた。利得-周波数特性の測定結果と回路シミュレータによる理論値を比較したグラフを図3に示す。カットオフ周波数の20Hzで利得が3dB減衰しているが、これはパワース型LPFの特性と一致する。サンプリング周波数64Hzにおける減衰は88dBで理論値とは2dBの差があるが、これは60Hzの影響である。また通過域で1dBのリプルが生じた。これは抵抗、コンデンサの精度が影響している。

4. まとめ

本研究では、9次パワース型LPFを設計・試作し、その利得-周波数特性を測定した。測定ではカットオフ周波数の20Hzで3dB減衰し、サンプリング周波数の64Hzで88dB減衰した。しかし、通過域でリプルが生じた。このリプルを減らすには精度の良い抵抗、コンデンサを使用する必要がある。

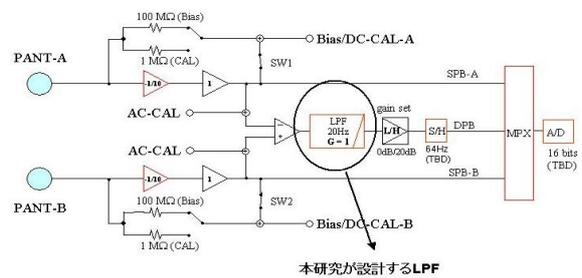


図 1: EFD の構成

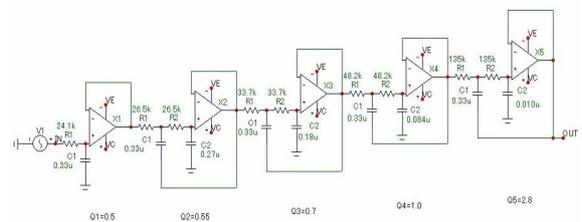


図 2: 9次パワース型 LPF の回路図

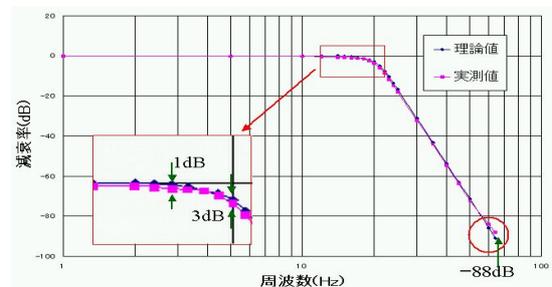


図 3: LPF の利得-周波数特性