

電子情報工学科

工学専門実験 報告

第 1 号

実 験 題 目

C4 信号変調の基礎実験

情報システム工学コース 第 2 班

阿部 寛希

尾本 涼太

菊池 圭祐

報 告 者

08D23091 番 辻孝弥 (情報システム工学コース)

電子メールアドレス: u316705e@ecs.osaka-u.ac.jp

令和 7 年 11 月 19 日

大阪大学工学部電子情報工学科

1 目的

本実験の目的は、ベースバンド信号を振幅変調および位相変調した際の、時間波形と周波数スペクトルの特徴を理解することである。これにより、信号を時間領域と周波数領域の対応関係で整理することを通じて、フーリエ変換への理解を深めることができる。実際に、授業の冒頭では先にフーリエ変換に関する理論的な理解の確認を行い、その理論的な結果と実験を通して得られた結果を比較した。

2 理論的背景

2.1 連続時間信号と周波数スペクトル

信号とは、情報を表す量が時間とともに変化するものであり、本実験では連続時間信号に注目する。連続時間信号は単一の周波数だけでなく、さまざまな周波数成分を含んでいる。周期性を持たない信号の周波数成分を明らかにするため、フーリエ変換 $X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \exp(-i\omega t) dt$ を用いて周波数領域に変換する。周波数スペクトル $X(\omega)$ は複素数となるため、グラフ表示には振幅スペクトル $|X(\omega)|$ やエネルギースペクトル $|X(\omega)|^2$ を用いることが多い。

2.2 アナログ変調の基礎

下限周波数が 0 Hz である帯域をベースバンドと呼び、0 Hz を含む信号をベースバンド信号 $m(t)$ と呼ぶ。ベースバンド伝送には、一本の伝送路で複数の信号を送れないという制約がある。この制約を解決するため、ベースバンド信号を高い周波数帯へ移す周波数変換（変調）搬送波 $\cos \omega_c t$ を用いて行う。

2.3 振幅変調 (AM)

搬送波の振幅をベースバンド信号 $m(t)$ に合わせて変化させる方式であり、変調信号 $x_{AM}(t)$ は $x_{AM}(t) = m(t) \cos \omega_c t$ で表される。AM 信号の周波数スペクトル $X_{AM}(\omega)$ は、ベースバンド信号のスペクトル $M(\omega)$ を搬送波周波数 ω_c の正負にそれぞれ移動させた形となる。このとき、スペクトルの形状は変化しない（線形変調）。

2.4 位相変調 (PM) とベッセル関数

搬送波の位相成分をベースバンド信号 $m(t)$ に合わせて直接的に変化させる方式を位相変調 (PM) と呼び、信号 $x_{PM}(t)$ は $x_{PM}(t) = \cos\{\omega_c t + k_p m(t)\}$ で与えられる。ベースバンド信号 $m(t) = \sin \omega_m t$ (正弦波) の場合、PM 信号のスペクトル解析にはベッセル関数展開を用いる。その周波数スペクトル $X_{PM}(\omega)$ は、 ω_c を中心に ω_m の整数倍の間隔 ($\omega_c \pm n\omega_m$) で線スペクトル（くし形スペクトル）として現れる。このスペクトルの振幅は第 1 種ベッセル関数 $J_n(k_p)$ によって決定され、変調度 k_p が大きいほど高調波成分 ($n \geq 1$) が大きくなる。

3 実験方法（セットアップと手順）

4 実験結果および考察（検討項目の実施）

4.1 振幅変調の結果と考察

4.1.1 正弦波変調

4.1.2 矩形波変調

4.1.3 Sinc 波変調

4.2 位相変調の結果と考察

4.2.1 正弦波変調

4.2.2 Sinc 波変調

5 結論／まとめ

6 班内での役割と自己貢献

7 参考文献