

修士論文題目 可変キャパシタを用いた自動整合システム
および移相器に関する研究
学籍番号 06GD113 氏名 大場 弘和
指導教官 新井 宏之 教授
論文提出日 平成 20 年 3 月 14 日

携帯電話や無線 LAN 機器は使用状況によりアンテナの入力インピーダンスに変化が生じ、内部回路との間に不整合が生じる。この対策として可変な整合回路で多くの整合パターンを作り出し、アルゴリズムによりインピーダンスの変化に対応させる方法が検討されている。通常、可変な構造を持たせるためにバラクタダイオードが用いられるが、可変量が小さく制御が難しいという問題点がある、本研究では、固定値を持つキャパシタを並列接続し各キャパシタに直列に接続した PIN ダイオードのスイッチングによって、キャパシタンスの総和を変化させるデジタル可変キャパシタを用いる。この構造の特徴として、用いる固定値キャパシタによって可変量を大きく設計できること、また、PIN ダイオードのスイッチングによるデジタル的な扱いができることで制御が容易になる利点がある。

PIN ダイオードの ON/OFF を制御し最適な状態を探すアルゴリズムとして、ダイレクトサーチが一般的に用いられが、最初の状態(初期値)に依存するという問題がある。そこで、予めいくつかのパターンを測定することで最適な初期値を予測する方法を提案した。また、アルゴリズムを制御するための参照信号として、受信機からの RSSI (received signal strength indicator) を採用した。入射波と反射波の電力を測定するために方向性結合器を用いることは、余分な回路の追加が必要となり電力消費も生じる。しかし、RSSI を用いた場合 AGC のフィードバック信号から割り当てることなどができる。

実験的検証によって、提案方法の RSSI 改善量を 25% 増加、収束までのインデックスの切り替え回数を 31% 減少したことを示した。これらの結果から、初期インデックスを探す方法が有効な方法であることを明らかにしている。また、この提案したアルゴリズムを FPGA プロセッサへ実装し、入力インピーダンスが 50Ω から外れているモノポールアンテナを用いて、実際に設計周波数への自動整合が行われることを確認した。FPGA プロセッサへの実装に関する最終的な目的は、より簡単でコンパクトなシステムを実装し、ASIC などの大量生産へ繋げることである。

また、デジタル可変キャパシタのその他の使用方法として移相器を検討した。パラメータの最適化による再作製の結果、最大位相変化量 179° 、分解能は 5bit デジタル移相器とほぼ同じものを実現した。提案した移相器の特徴として、デジタル移相器よりも小さく、アナログ移相器よりも位相変化量が大きく制御が容易であることが挙げられる。