

電気・電子情報工学専攻	学籍番号	113316
申請者氏名	佐藤 翔一	

指導教員氏名	大平 孝
--------	------

論文要旨(修士)

論文題目	リアルタイム負荷追従 2.4GHz インピーダンス自動整合回路
------	---------------------------------

可変指向性アンテナを応用したシステムとして、情報量的安全性に基づく無線秘密鍵共有システムがある。このシステムは、エスパアンテナなどの可変指向性アンテナの指向性を高速で切り替えることで生じる電波のゆらぎを用いて秘密鍵を生成、共有する。可変指向性アンテナのインピーダンスは指向性を切り替えるごとに変動する。これらのインピーダンス変動に追従し不整合を改善するインピーダンス自動整合回路が求められている。指向性切り替え速度が鍵生成速度に直結するため、インピーダンス自動整合回路が整合状態を改善する時間（制御時間）は可能な限り短いことが望まれる。インピーダンス自動整合回路の制御方式として、デジタル信号処理を用いる方式とアナログ信号処理を用いる方式がある。デジタル信号処理を用いた方式は反射損失の大幅な改善を達成している反面、マイコンの性能およびアルゴリズムに依存して制御時間が増加する。アナログ信号処理のみを用いた方式はシンプルなアナログ回路で構成されており、制御時間の短縮が期待できる反面、反射損失の改善量が十分でない。

本稿は、制御時間の短縮および整合状態の十分な改善を共に達成可能なインピーダンス自動整合回路として、リアルタイム負荷追従（Real-Time Load Tracking: R-TLT）インピーダンス自動整合回路(R-TLT回路)を提案する。R-TLT回路はアナログ素子のみで構成される。デジタル信号処理による演算を用いないため、制御時間の短縮が期待できる。可変整合回路部は π 型トポロジを採用する。R-TLT回路のインピーダンス整合動作をシミュレーションにより確認した。2.4GHzで動作するR-TLT回路を設計・試作した(図1)。27個の異なる負荷 Z_L を与えた際の試作したR-TLT回路の反射損失RL, 挿入損失ILおよび制御時間を測定した。13dBmの正弦波を入力したところ、与えた負荷 Z_L においてR-TLT回路の反射損失RLは22.6dB以上を達成した(図2)。挿入損失ILは $Z_L=7.1-j1.6\Omega$ のとき最小値6.9dB, $Z_L=284.2+j31.0\Omega$ のとき最大値15.1dBとなった。制御時間は $Z_L=7.5+j11.1\Omega$ のとき最短5.6 μ s, $Z_L=32.1-j77.3\Omega$ で最長173.1 μ sが得られた。大部分の負荷において制御時間の短縮を達成した。今後の課題として、挿入損失の低減が挙げられる。無線秘密鍵共有システムにR-TLT回路を用いることで、より秘匿性の高い秘密鍵生成が期待できる。

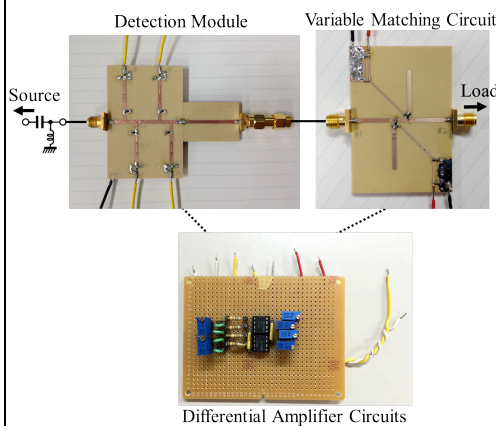


図1 試作した2.4GHz R-TLT回路

No.	$Z_L[\Omega]$	Return Loss [dB]	
		load alone	after matching
1	10.9-j32.5	2.6	23.1
2	7.9-j15.1	2.5	24.7
3	7.1-j1.6	2.5	47.8
4	7.5+j11.1	2.5	25.0
5	9.1+j24.0	2.6	30.8
6	12.4+j38.7	2.7	29.3
7	19.5+j58.2	2.8	26.7
8	36.6+j86.8	2.9	26.6
9	96.2+j131.3	3.0	26.9
10	284.2+j31.0	3.1	26.4
11	103.0-j130.0	3.1	25.3
12	32.1-j77.3	3.0	23.3
13	17.1-j49.4	2.9	22.6

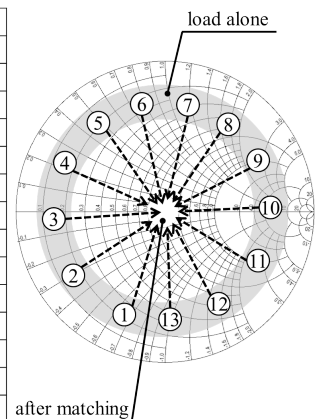


図2 与えた負荷（一部）における反射損失RLの改善の様子