

週次報告、MTG とりまとめ (2014/11/7 時点)

1. 各担当者の進捗報告、来週の予定

担当者 (部門)	今週の進捗	来週までの予定
機響屋 (無線)	無線システム報告 06 その他高周波回路の考え方 (別紙1) 無線システム報告 07 実際の回路 (別紙2) 回路図は定数の変更等があり、少しずつ変わっています。(別紙3) 基板上の調整・変更続き (別紙4) 無線システム報告 08 要素技術1 (別紙5)	来月中ごろまでばたばたする可能性があり、ご迷惑をおかけすると思いますが、報告等は順次続けていきます。
KY (ネギふり機構)	進捗報告のとおり (別紙6)	太陽電池の不具合原因を考察する
East_jackal (広報)	今週末の資料を提出	
Hem	進捗報告のとおり (別紙7)	

2. MTG とりまとめ

<p>※姫野さんイベント参加の移動のため欠席</p> <p>(1) 掲示板運用の代替案について</p> <p>特に代替環境を準備するのではなく、投稿キーを教える係を作りたい (KY)</p> <p>→いくつか確認したい (east_jackal)</p> <p>① 「予想レスポンスはどのくらいか？」→基本的に IRC 中のみ。参加中は即時対応</p> <p>② 「管理体制」</p> <p>→捨て垢でのメールやり取り、原則的にアドレス等は保管しない。現時点では PC へのアタック等への対策は未考慮</p> <p>③ 「体制」→現状は一人体制。運悪く平日来た場合でも待ってもらう想定</p> <p>※総論として、「キーを連絡する担当を設ける」という事で確定。</p> <p>(2) 運用について</p> <p>担当者は KY さんで決定→今後の運用案について検討を依頼。</p>
--

以上

無線システム報告 06 その他高周波回路の考え方

2014年10月28日 kikyouya

1. リアクタンス素子とインピーダンス

トランジスタなど、回路で能動的な働きをする「能動素子」に対して抵抗、コンデンサ、コイルなどを「受動素子」といい、抵抗 R 、コイル L 、コンデンサ C はまとめてインピーダンス Z として扱うことができる。抵抗 R は正の実数、コイル L は正の虚数、コンデンサ C は負の虚数の形でまとめ、インピーダンス Z の複素数にまとめて扱う。虚数成分である L と C をまとめてリアクタンス素子ともいう。交流回路において、電圧、電流も複素数になり、オームの法則は実数から複素数に拡張される。

2. リアクタンス素子と抵抗素子(抵抗成分)の大きな違い

抵抗 R は交流でも直流でも電流が流れると電圧降下が発生し、電力が熱などになる。トランジスタなどではその電力が増幅のための入力電力となる。それに対して交流回路、高周波回路ではコイルやコンデンサは電圧降下を生じても電力を消費しない。(詳細は電磁気学の本などを見ていただきたい)

コイルとコンデンサを組み合わせることで回路と回路をつなぐことで、特定の周波数において、電力のロスなく次の回路へエネルギーを渡すことができることになる。これをインピーダンスマッチングといい、高周波回路では重要な技術となる。単純化して言えば、前後の能動素子のもつインピーダンスとそれをつなぐ「結合回路」で共振を起こさせる回路ということもできる(これにより、帯域制限も可能となるため、回路全体のノイズレベルも下げることができる)。

3. PLLと $\Delta\Sigma$ 変換

PLLとは位相ロックループ(PhaseLockLoop)の略で、制御可能な発振器の出力と基準信号との位相を比較し、その結果で発振器をコントロールして基準信号との位相を一致させる技術である。基準信号は水晶などの正確な信号源や受信した信号などが用いられる。そして、位相を固定することで周波数を一致させる。基準信号や発振器の出力を分周することで整数比の周波数を得ることができる。

$\Delta\Sigma$ 変換は回路の出力と、入力信号の誤差(Δ)を検出し、それを一定時間加算(Σ)した信号でフィードバックすることで回路そのものが出力可能な精度以上の「平均精度」を得る技術である。

オーディオ用コンバータで有名になった方法だが、これをPLLに組み合わせると、基準周波数に対して分数比の周波数を作ることができる。これをフラクショナルPLLと呼ぶ。

4. デシベル

基本となる単位は「ベル」で大文字のBであらわす。1ベルは「10倍」を意味し、マイナス1ベルは「10分の1」を意味する。つまり10を底にした対数である。常用的には対数そのものではなく、前に補助単位d(デシ)をつけてdB、つまりデシベルとして扱う。

10倍が+10dBとなり、1倍が0dB、0.1倍が-10dBとなる。

デシベルという単位を使うことで増幅率、減衰率などを少ない桁数で扱うことができ、乗除算ではなく加減算で扱えるようになる。

注意が必要なのはdBは本来、電力で考えるものだという事だ。1 Ω の抵抗に1Wの電力を消費させるには1Vの電圧、1Aの電流を流せばよい。1 Ω の抵抗に10倍の電圧を加えれば、電流も10倍になり、電力は100倍(+20dB)になる。そこから、電圧、電流の10倍は+20dB、0.1倍は-20dBになる。

5. dBmとdB μ

高周波で信号の強さを測定・表記する場合、電力の場合と電圧の場合がある。さらに扱っている回路のインピーダンスも関係するので単に電圧や電力をVやWで書くと非常にややこしくなる。また、それほど多くの桁数を扱うこともない。

そこで回路インピーダンスは50 Ω ということにして扱い、dBを導入して考えることが多い。

dBmは「50 Ω で1mW」を基準として、「電力」を表す。

dB μ は「50 Ω に1 μ V」を基準にして、「電圧」を表す。

一般に信号レベルが高いときにはdBmを、低いときはdB μ を用いることが多い。

先にも述べたが、電圧と電力ではデシベルの計算式が異なる。が、インピーダンスが同じという条件があれば、どちらも同じ「デシベル」として扱うことができる。

50 Ω の回路において、0dBmは113dB μ であり、0dB μ は-113dBmになる。

ここまでものすごい駆け足で一般的な書籍、サイトにはあまり書かれていない事項を中心に概説してきたが、次回からは無線システム開発の説明を行っていく。そのときどきに必要と思われる説明を別紙や囲み記事として書く予定である。

無線システム報告 07 実際の回路

2014年10月28日 kikyouya

1. 全体の仕様

基本的には電池で動作し、アマチュア無線(435 MHz帯)の衛星からの電波(ビーコン、AFSK 通信)を受信できる小型の受信機、ということになる。

超小型衛星の電波は地上に届いたとき、アンテナ出力でおおざっぱに0dB μ 程度まで減衰しているため、それだけの受信性能と、ドップラーシフトに追従できるような周波数コントロール機能が必要になる。

2. 各部の概略仕様

回路図は別紙で用意している。基本的に左上から順に説明していく。

2. 1. VFO(第一局部発振器)

トランジスタQ1(2SC3838 同等)とVC1(BB135)によるクラップ型発振回路である。この回路は安定度が高く、UHF帯までならば十分な性能を発揮する。バッファとしてQ2を付加し、外部の影響を受けにくくしている。

2. 2. 結合回路(インピーダンスマッチング)

X1、X2、X3のリアクタンス素子による π 型インピーダンスマッチ回路で、基板や負荷との関係でチューニングが必要になる。初期回路では単なるジャンパで、後にあわせ込んでいく必要がある。

2. 3. 基準周波数生成(水晶発振器)

XO1は水晶内蔵の20.0MHz発振器、IC2はその出力を2分周し、10.0MHzを作るためのもの。この周波数精度が受信周波数精度に直接影響するので高精度なものが必要になる。

2. 4. フラクショナルPLL

アナログデバイゼスのフラクショナルPLL、ADF4153で、位相比較周波数の4096分の1までの分解能をもつ。

2. 5. マイコン・デジタル系電源(IC9,TAR5S33)

マイコンはどんなものであってもかなり大きなノイズ源となる。今回はマイコン用とアナログ回路用の電源ICを分離することでノイズの侵入を少なくする工夫を行っている。

2. 6. 液晶およびワンチップマイコン(PIC24)

主な役割は周波数やRSSIの表示とその制御である。手動ならばSW3で、自動の場合は外部からシリアルポートでの制御ができるようにハードウェア設計を行っている。

2. 7. ローノイズアンプ(MICRF300)

受信機の感度を決定付けるのがこのLNAになる。ここでのノイズの少なさは大変重要になる。

2. 8. 第一周波数変換(混合)

トランジスタQ3の非直線性によってVFOからの信号と受信信号の差を得る。

2. 9. 第1中間周波増幅

トランジスタQ4によって20.455MHzの第1中間周波増幅を行う。ここではゲインよりも帯域制限が重要なスペックとなる。

2. 10. 第2周波数変換と第2中間周波増幅、検波

IC4のNJM2552Vはラジコン用に開発されたと思われる受信機ICである。AM/FM検波、RSSI(受信信号強度インジケータ)など多くの機能を持っているが、今回はAM用の回路は使っていない。

2. 11. BFO(ビート周波数発振器)

Q5とセラミック振動子による455kHzの発振器で、CW(ビーコン)の検波に使用する。IC5はその切り替え用。

2. 12. 信号バッファ

IC4の信号出力はあまり強くないため、安定を見込んでオペアンプ(IC6)によるバッファを入れている。

2. 13. 音声アンプ(IC7)

衛星では必要ないが、地上で信号を聞くにはスピーカーを鳴らせるアンプがあったほうがよい。低消費電力で安価なもので十分である。

2. 14. アナログ回路系電源(IC8、TAR5S33)

デジタル用と分離した電源用ICで、使用しているのは同じICだが、配置で分離を行っている。

2. 15. バッテリー回路

今回、バッテリーとしてニッケル水素電池を3本直列、またはリチウムポリマー電池1セルの使用を考えている。あまり大容量には充電できないが、簡易な充電回路を用意した。5Vの電源(USBなど)からの充電が可能である。

3. まとめ

無線機の一部として受信機の製作・実験は何度も行ってきたが、基準となる計測機器がなければ定量的な設計・調整は大変困難であると思いついた。また、アナログ回路、特に高周波回路では回路図だけではできても、シミュレーションではOKでも、実際に作るためにはかなりの技能が要求される。

次回から各回路の説明と、これまでの失敗とその対策などを順に解説していく。

無線システム報告 08 要素技術1

2014年10月28日 kikyouya

1. 発振回路

今回の受信機では3つの発振回路を組み込んでいる。

ひとつは基準周波数となる20.000 MHzの水晶発振器で、これは3.3Vの電源を供給するだけでよい。

のこりふたつは455 KHzのセラミック振動子を用いた「BFO」と受信周波数に近い周波数を作り出す「第1局発」だ。

受信周波数としては以下のような構成になっている。

受信周波数(430.0 MHz~440.0 MHz)、第1局発周波数(409.545 MHz~419.545 MHz)、第1中間周波数(20.455 MHz)、第2局発周波数(20.000 MHz:基準周波数)、第2中間周波数(455 KHz)、BFO周波数(455 KHz)

以前公開している回路図と併せてご確認いただきたい。

2. BFO(うなり周波数発振器)

英語では BeatFrequencyOscillator。今回はCW(モールス符号)を受信するときのみ使用する発振器で、セラミック振動子を用いた無調整コルピッツ回路にあたる。全体の回路図ではQ5とその周辺の部品がBFOである。

セラミック振動子は高いQ(2000以上)の共振回路で、並列共振点では両端の位相差が180度となる。これにトランジスタによる反転増幅回路を組み合わせることで発振回路となる。ただし、この回路ではトランジスタのコレクタとセラミック振動子の片方は交流的に接地されている。そしてエミッタはR19とC26で交流的に「浮いた」状態になっている。ここのインピーダンスが発振する周波数において、抵抗性でなく、負のリアクタンス(容量性)でなければ発振しない。増幅は電圧よりも電流で行われる。

この回路の出力はC28を通過して検波回路へ接続されている。

3. 第1局発(第1局部発振器)

この回路は電圧によって周波数を変えることのできる発振器で、回路としてはクラップ回路にあたる。Q1とその周辺の部品が第1局発回路である。BFOのコルピッツ回路との違いは共振回路がセラミック振動子ではなく、CとLで構成されていること、Cの一部がダイオード(可変容量ダイオード)となっていることだ。

共振回路はVC1、L1、C1、C2、C3のループで、この直列共振周波数で発振する。BFOと同じく、C3とR3の部分は負のリアクタンス性でなければならない。

クラップ回路ではコルピッツ回路よりも安定で、高い周波数にも使いやすいという特徴がある。

4. 局部発振回路の雑音

ここでもまた雑音が問題になる。周波数のゆらぎはもちろん、発振周波数の周辺に発生する雑音成分、整数倍の周波数に発生する高調波成分など、すべてが「不要」であり、ノイズ成分とみなされる。

周波数混合の段でも紹介することになるが、受信したい信号と局部発振器の信号の「積」が中間周波増幅器に送られる「受信信号」である。多くの書籍などで局部発振器の信号は $A \sin \omega t$ の正弦波として記述されているが、そこに不要成分があった場合どうなるだろう？それらも受信信号に掛け合わされ、いろいろな周波数成分となる。中には受信したい周波数成分とよく似た周波数をもった「雑音成分」も出てくることになり、これは絶対に除去できない。

回避するにはいくつかの方法がある。局部発振器の動作点を慎重に見極め、雑音成分の少ないポイントを見つける、バッファをつけ、後ろの回路による影響を減らす、シールドケースに入れる、温度を安定させる、などである。

今回はQ2がバッファとして動作しており、X11、X12、X13のインピーダンスマッチ回路によってできるだけ素直に後段へ信号を送り(同時に高調波成分を減少させ)、シールドケースを取り付けられるように設計を行っている。

5. 発振器の測定値

5. 1. BFO

出力端がセラミック振動子の端子であり、さらに10pFのコンデンサを通過しているため、一般的なオシロスコープのプロブでは正確に計測はできない。(アクティブプロブが必要だが弊社にはない)

それでも一応、ハイインピーダンスで3Vを越えるピーク to ピーク値の正弦波が得られている。アナログスイッチ・ギルバートセルへの入力としては十分すぎる。

5. 2. 第1局発

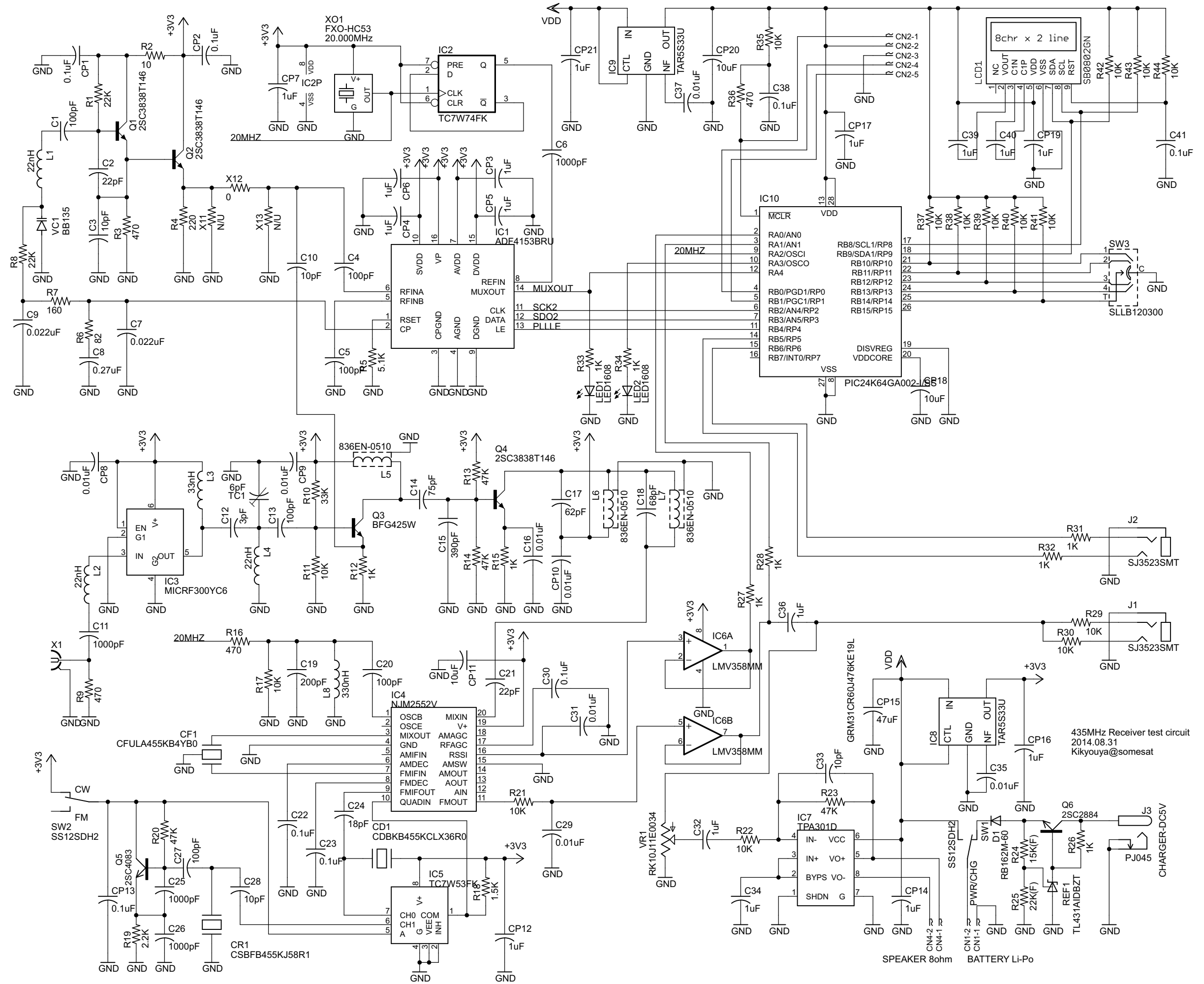
こちらはオシロスコープで計測できない周波数なので簡易プロブを通してスペクトラムアナライザで観測した。だいたいマイナス16dBmの表示があり、これは70mV(rms)に相当する。PLLICや混合回路への信号として必要十分な値となっている。周波数範囲などはまだ詰める余地がある。

質問事項は wa@newon.org までお願いします。

別紙 4

基板上の調整・変更続き（メモ）

- ・ Q 4 周辺のコイル類は表面実装型のものが使えないと判明したため、スルーホール用のものを寝かせて実装。在庫に限りがあるため、対策を考える必要あり。
- ・ 第一中間周波増幅入力にて、 $50\ \Omega$ 終端なしで SSG から入力したときの感度、CW :
- 8 dB μ 、FM - 4 dB μ 。
- ・ ファームウェア移植中。PLL への信号伝達がうまくいっていない？



435MHz Receiver test circuit
2014.08.31
Kikyuya@someat

SPEAKER 8ohm BATTERY Li-Po

CHARGER-DC5V

進捗報告

作成日：2014年11月02日

作成者：KY

1.先週からの進捗内容

太陽電池の確認を行った

→配線の断線なし

→顕微鏡で表面観察したが異常なし

→スポットライトを当てると3列の内+側2列の発電能力が低い

2.今ある課題、問題

使用している太陽電池は、米軍がアフガニスタンの作戦で使用しているという話なのに3ヶ月太陽光に当てただけで劣化するの是不自然。

3.解決に向け困っていること

4.その他

5.次に試す項目

太陽電池の不具合原因を考察する

別紙 7

進捗報告

作成日：2014 年 11 月 09 日

作成者：hem

1. 先週からの進捗内容

①ドキュメント統合ルール作成状況について 11/7 時点の内容に更新した。

(別紙 1 参照)

②個人工程表を更新し、各個人の現状を追記してみた (別紙 2 参照)

③文書の公開範囲について、現状での対応について以下のとおり検討した。

現時点では原則「全て公開、自分で削除しない限りアップロードされた資料はそのまま残される (≒公開)」となっている。

→オープン開発のプロジェクトとして現状が間違っているわけではないが、現時点では「一度公開したものの、プロジェクト脱退後は資料を公開してほしくない」場合等取り扱いを変えたい人への対応が困難

→ファイルはリンクだけにしてもらい、削除されれば見えない状態にすれば問題ないのだが、「進捗報告とりまとめ」に転載してしまうと、そこまでは自分で管理が及ばなくなる
→進捗報告とりまとめは「転載拒否」とされた資料については転載しない運用にすべきか。

2. 進捗度合

14% (2/14 項目完了 (現時点でのペンディング決定含む))

3. 今ある課題、問題

4. 解決に向け困っていること

5. その他

今回の報告は IRC、週次報告スレ、ドキュメント統合スレの 3 つに投稿する。

6. 次に試す項目

文書の公開範囲について、MTG で確認してみる。

SOMESAT ドキュメント統合ルール作成状況(2014/11/07時点)

(1)ドキュメント作成	①報告書類様式	<ul style="list-style-type: none"> 書式:管理下に置く為のフォーマット条件定義 構成要素:表紙、作成者名、承認者名、更新履歴、内容(本文)、備考・参考/引用 テンプレート:フォント、罫線、レイアウト、他(共通、部門毎、など必要に応じて) 9/26 試験結果報告書(案)(KY)、週次報告とりまとめ(案)(hem) 10/3 進捗報告(案)作成→次週より進捗報告試行
	②報告書類作成手順	<ul style="list-style-type: none"> フォーマット:PDF、Office・Ooo(Excel、Word、PPT)、wav/mp3/jpg/png/bmp →できるだけ機種・ソフトウェア限定のない形での統一化をお願いしたい(9/19 機響屋) サイズ目安:○○画面サイズで見える、○○MByte以内、など 更新/廃止:新規/変更/削除を行うフロー定義 照査フロー:内容の適切さ/正確さ 承認フロー:構成要素過不足/照査済みか 開始改定通知: 定期精査:要不要の棚卸し、時間経過での陳腐化チェック →古いファイルは年次別での棚卸など考えてもいいかと(9/19 KY)
(2)ドキュメント報告	①週次、月次報告の締切と、その報告内容	<ul style="list-style-type: none"> (想定案としては、週次:今週の報告月次:毎月の予定の進捗状況と来月の予定の設定) →9/19より週間予定の設定を試行。 →10/3より進捗報告を木曜の夜までに変更。
		<ul style="list-style-type: none"> 報告工数の上限を設定>報告書のページ制限&講義時間制限 →1報告原則A4タテ1枚にしませんか?(理解力と時間の限界との妥協点) (試してみる予定 9/19機響屋) →9/26暫定報告書公開。今後週刊化予定
		<ul style="list-style-type: none"> 10/3 →暫定報告書を作る意義は?進捗報告逃れが目的では(east_jackal) →内容を理解してもらうために不可欠。もう少し時間をほしい(機響屋) →年末までは待つ(east_jackal)
		<ul style="list-style-type: none"> 10/10 なぜ「木曜までに」「掲示板に」進捗を報告しなかったのか。(east_jackal) →進捗報告は作成し、onedrive に保管した。週次報告スレのある現掲示板はwiki 上非公式であり、技術保護的手段の回避に引っかけるので暗号突破して掲示板に書き込めない。会社に手続させずに技術的なことをする場合は技術情報流出がないようにフルオープンで望むというスタンスでやっている。(KY) この問題について、最優先課題として次回のMTG で解決するまで検討したい。併せて問題提起したKY さんには資料作成を依頼したい(east_jackal) →作成しました(KY)
		<ul style="list-style-type: none"> 10/17 今後の掲示板の運用について→現行運用で決定。
		<ul style="list-style-type: none"> 10/24 (報告タイミングについて)日曜締切に変更 (報告箇所について)掲示板に投稿しなかったのはなぜか(hem) →公開の場所(=IRC)での開発という理念にひかれて参加している。進捗報告が認められなくても仕方ないと考えている(KY) ※結論はペンディング
(3)ドキュメント管理	①ドキュメントの分類	<ul style="list-style-type: none"> (1)掲示板運用の代替案について 特に代替環境を準備するのではなく、投稿キーを教える係を作りたい(KY) →いくつか確認したい(east_jackal) ①「予想レスポンスはどのくらいか?」→基本的にIRC中のみ。参加中は即時対応 ②「管理体制」 →捨て垢でのメールやり取り、原則的にアドレス等は保管しない。現時点ではPCへのアタック等への対策は未考慮 ③「体制」→現状は一人体制。運悪く平日来た場合でも待ってもらおう想定 ※総論として、「キーを連絡する担当を設ける」という事で確定。 (2)運用について 担当者はKYさんと決定→今後の運用案について検討を依頼。
	②テンプレート	<ul style="list-style-type: none"> (月末あるいは特定のタイミングまでの報告を設定する。遅れる場合であっても適宜改定の報告が必要)
	③利用方法	<ul style="list-style-type: none"> 分類:ドキュメント管理を行う対象の定義 重要度:部外秘(NDA文書)、秘(コミュニティ内文書)、無記(一般開示可)←過去に検討済み(9/19 east_jackal) カテゴリ:通達通知書類(広報?)、設計資料、記録書類(議事、レポート)、決済書類、外部取得資料(データシート、他)、他 責任部門:部門表記は組織構造に順ずる フォーマット:紙、電子:PDF文書(不可変)、Office・Ooo文書(可変原本)、メディア(音声・動画・画像/写真) (部門、カテゴリ、保存年限)
	④保管方法(場所、媒体)	<ul style="list-style-type: none"> (→(1)①に同じ) 利用:利用ガイド・規則 目的:開発・設計、イベント、発表会、展示、他 開示・公開可能範囲:制限無し、コミュニティ内限定、NDA規程範囲内(基本は【分類:重要度】に順ずる) 利用申請要否:制限無し、作成者許諾、部門・全体許諾 過去に検討済み(9/19 east_jackal) 推奨ソフト:Office20xx、Ooo、Lhaca、他 保管:保管方法/場所の定義 場所:[分類/フォーマット]に応じた保管場所(ファイル:アップローダ/オンラインストレージ、動画:ニコニコ) 期限:主に告知や通達文書などで必要な有効期限/賞味期限 アーカイブ:無圧縮、zip、zip(pass) (保管場所:掲示板、オンラインストレージ、他媒体:PDF/office/一太郎/Ooo他可能範囲) →取りまどめは?(9/19 hem) →過去にSNSが倒れて散逸した事例を踏まえていない。現時点なら各自保存で保有ドキュメントのタイトル公開で十分(9/19 east_jackal)
	①報告無し、遅れへの対処について	<ul style="list-style-type: none"> (督促を行い、原則設定された報告がない限り、SOMESATとしての進捗を認めない) 進捗を認めないだけで十分では(9/19 KY)
	②音信不通(理由不問)についての対処について	<ul style="list-style-type: none"> (督促等を行い、場合によっては担当業務の打ち切り、SOMESAT除名の判断) 進捗を認めないだけで十分では(9/19 KY) →(督促を行い、原則設定された報告がない限り、SOMESATとしての進捗を認めない)
	③脱退、除名者のドキュメントについて	<ul style="list-style-type: none"> (既報告分についてはSOMESATが権利を有するものとし、途中の分については個人研究としてSOMESATのドキュメントとはしない)
(4)その他	④権利処理:部門帰属に関する任意団体/法人規程への盛り込み	
	⑤メンバーは連絡先をリストアップする。	<ul style="list-style-type: none"> 1つ以上たとえばTwitter + ○○@docomo.ne.jp SNSとPC・携帯メアド等 →現時点でリストは保有しておりますので、同意が取れば公開は可能です 9/26現時点では組織として未成熟であり、無責任なので現状維持が妥当(east_jackal)
	⑥役割分担について	<ul style="list-style-type: none"> 役割分担>技能に関わる場合は困難。相談の余地あり →紙で伝えられない物については、そういうものがあること項目だけ出して、応相談という事で整理するしかないかと。

ペンディング

- ・原案
- ・過去の追記事項
- ・先週の追記事項

別紙2

工程表

2014/11/9現在

課題	年	2014年												2015年												
		10月			11月			12月			1月			2月			3月									
週次		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ドキュメント統合PJ	全員													(PMより12/19最終報告との伝達あり)												
2014年記録作成	hem													年始以降												
無線システム報告書作成	機響屋													(年内の予定)												
無線システム作成	機響屋													(開発継続中)												
電源回路作成	KY													(開発継続中)												
その他	随時更新する作業として、毎週の進捗報告取りまとめ、ファイル一覧の更新を行う。																									

(3か月以内を目標)