

Bench test of limiter/int detector module

Y.Honda

2006/10/23

概要

The limiter/int detector module newly made for IP-BPM was tested in detail. This module produces LO to be used in the phase detector module. Stable output in amplitude and also in phase is needed. We have determined the range of input power to satisfy such requirements.

1 はじめに

1.1 目的

IPBPM用に新規に製作した714MHz用のLO整形器(Limiter/Int detector module)の特性を調べておく。このモジュールには2つの役割がある。Reference空洞の信号をダウンコンバートした信号を元にして位相検出器のLOとして用いられる振幅一定の信号をつくる(Limiter)ことと、入力信号の振幅を出力してビーム強度を測定する(Int detector)ことである。

モジュールが期待どおり機能するための入力信号の条件を決定するのがここでの目的である。即ち、以下の条件を満たすことができる入力信号強度の範囲を調べる。

- LO出力の強度が入力信号の強度に依存しない。
- ビーム強度出力が飽和することなく応答する。
- LO出力の位相が入力信号の強度によって大きく変動しない。

今のところ1台製作したが、テストの結果に問題なければ1台追加製作する予定。

1.2 モジュールの構成

図1にDetectorモジュールのブロック図を示す。破線で囲んだ部分がサブモジュール化されており、それぞれのサブモジュールの入出力はSMA等のコネクタになっているので容易に個別にテストできる。始めにBuffer Splitterサブモジュールによって周波数を選択した後2つに分配され、一方はIntensity Detectorサブモジュールに入りビーム強度を計測するためダイオードにより検波される。もう一方はLimiterサブモジュールに入りリミッタアンプを飽和させて一定振幅になった信号が出力される。このモジュールのLO出力は同時に複数のDetectorモジュールに入力されることになる為、内部で4つに分配した等価な4つの出力ポートがある。

2 測定

2.1 モジュールの全体でのテスト

発振器からの714MHzの信号をパワーを変えながら入力し、Intensity出力の電圧をオシロスコープで、LO出力のパワーをスペアナで測定した。図2がIntensity出力の結果である。(出力の極性は

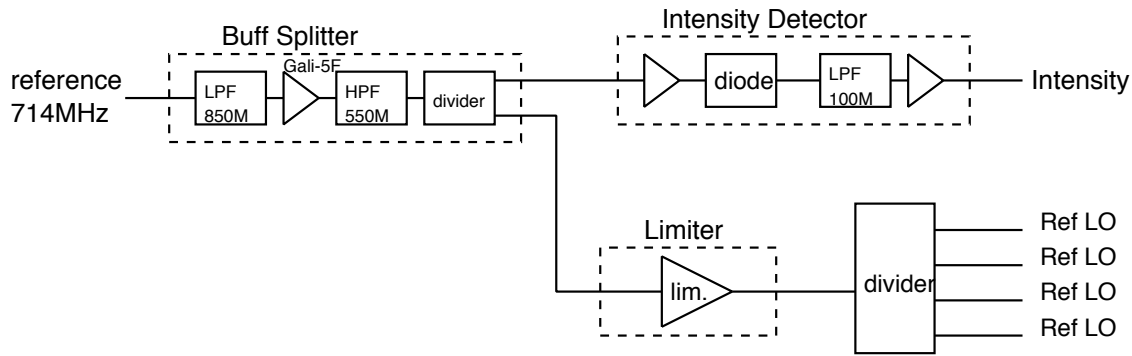


図 1: Detector モジュールのブロックダイアグラム

負電圧だが反転してプロットしている。) 入力パワー-5dBm 以上で飽和するので、正しくビーム強度測定をするには入力を-5dBm 以下に抑えなければならないことが分かる。

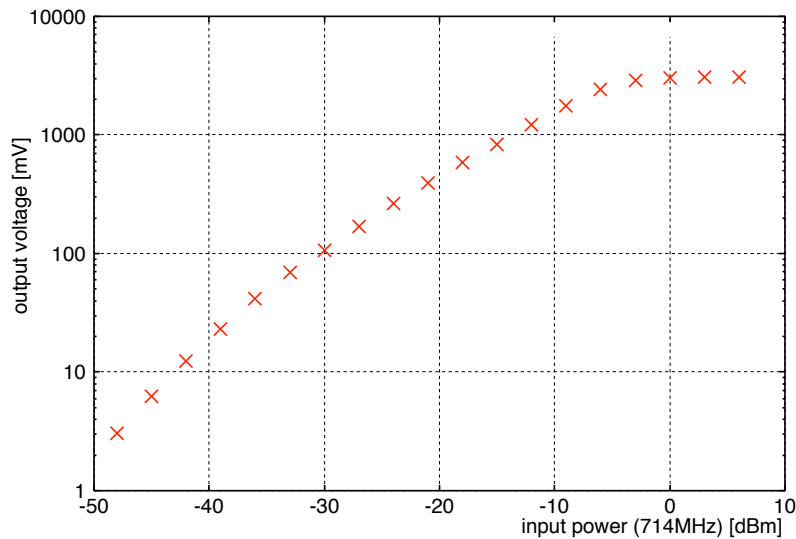


図 2: モジュール全体の Intensity 出力

図3が LO 出力の結果である。一定パワーが出力されるには入力が-35dBm 以上である必要があることが分かる。

次に、図4のセットアップで出力 LO の位相を測定した。発振器の出力パワーを変えながら入力信号と出力信号をオシロスコープで同時に観測し、相対位相の変化を測定した。

図5に位相シフトの測定結果を示す。(横軸はモジュール入力位置でのパワーに換算している) 入力パワー-20dBm 以下ならばほぼ変動無いが、入力パワーが上がると少しずつシフトし、-5dBm では 20 度程度ずれる。図6はこのとき同時に測定したビーム強度出力のデータである。図2と基本的には同じであるが縦軸をリニアスケールでプロットした。位相シフトを抑える為には、-20dBm 以下、即ちビーム強度出力が 500mV 以下の範囲で使用するのが望ましい。

これらの測定の結果を総合すると、-35dBm 以上-20dBm 以下になるようにレベル調整する必要がある、と結論される。実際にはビーム信号を見ながら、ビーム強度出力の電圧がピークで 500mV 程度になるようにこのモジュールの前にアッテネータを入れることになる。

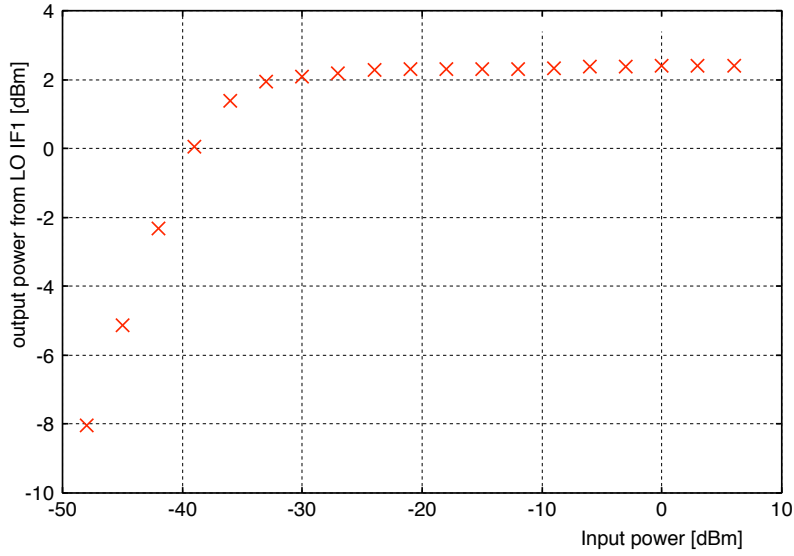


図 3: モジュール全体の LO IF 出力

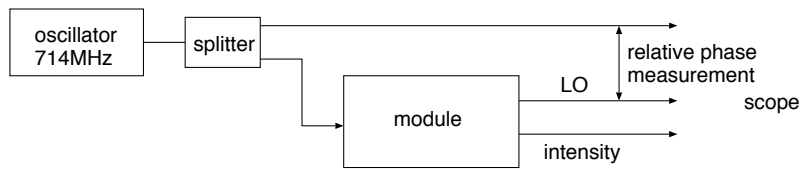


図 4: 位相測定の設定アップ

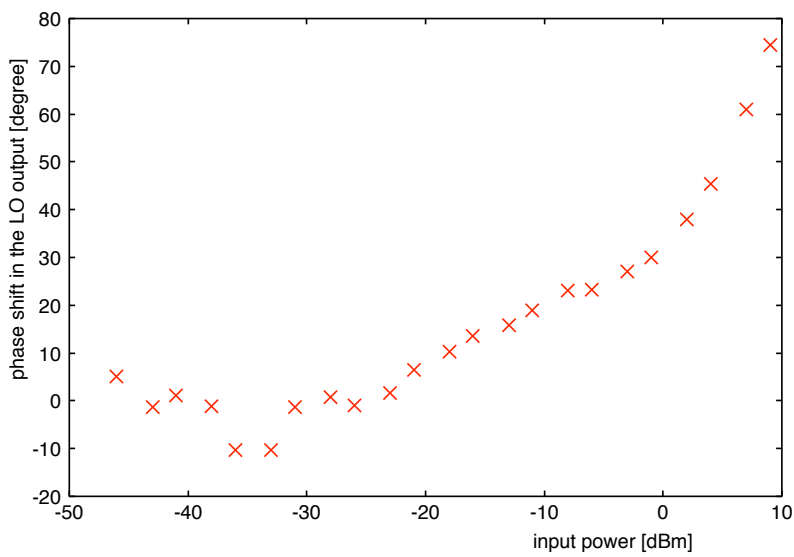


図 5: LO 出力位相の信号強度依存

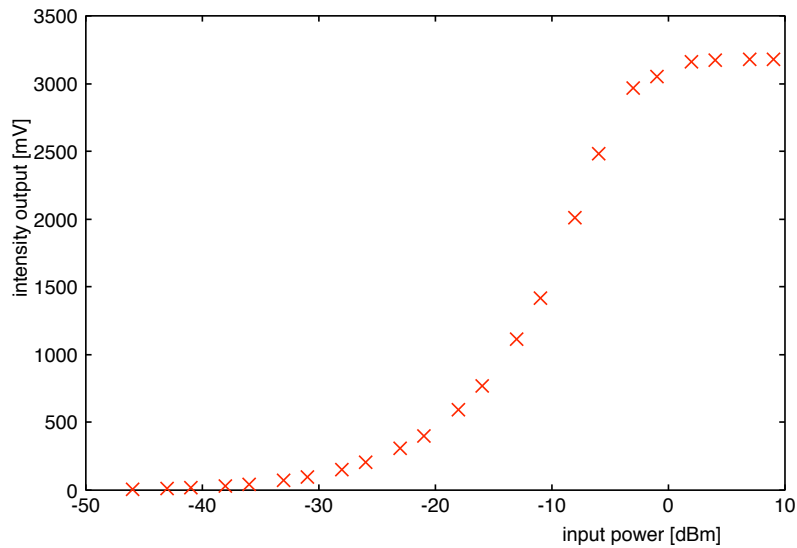


図 6: Intensity 出力の信号強度依存

2.2 各サブモジュールの入出力の関係

一通り、サブモジュールの特性を個別に測定した。

2.2.1 Buffer Splitter サブモジュール

発振器からの 714MHz を用いて入出力のパワーを測定した。ゲインは 6dB、入力 0dBm で飽和する。実際に使用する入力パワーは飽和レベルよりずっと下であることを確認。

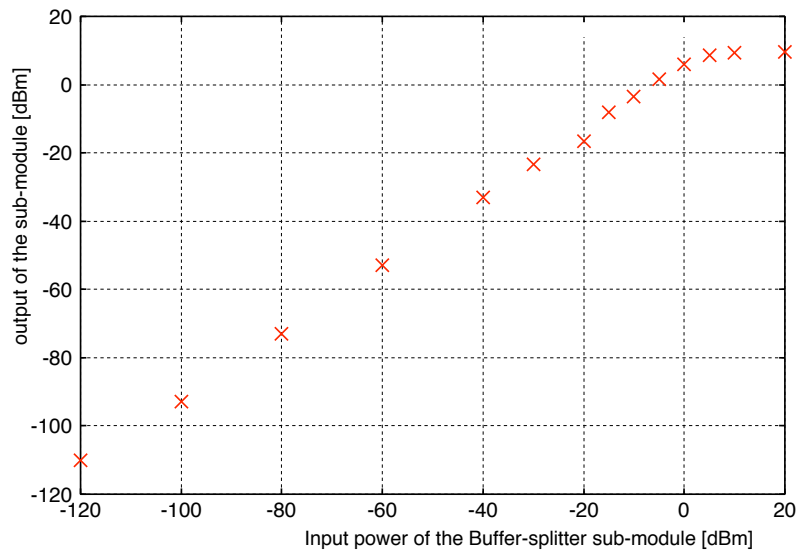


図 7: Buffer-Splitter 部の入出力

図 8 は周波数を変えたときの応答である。

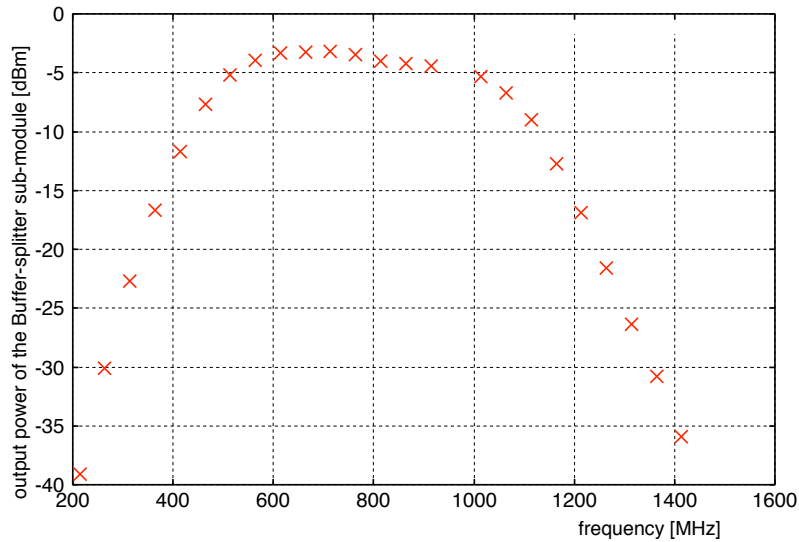


図 8: Buffer-Splitter 部の周波数特性 (入力パワー-10dBm に固定)

2.2.2 Intensity Detector サブモジュール

発振器からの 714MHz を用いて入出力のパワーを測定した結果を図 9 に示す。図 2 の飽和点はこのサブモジュールで決まっている。

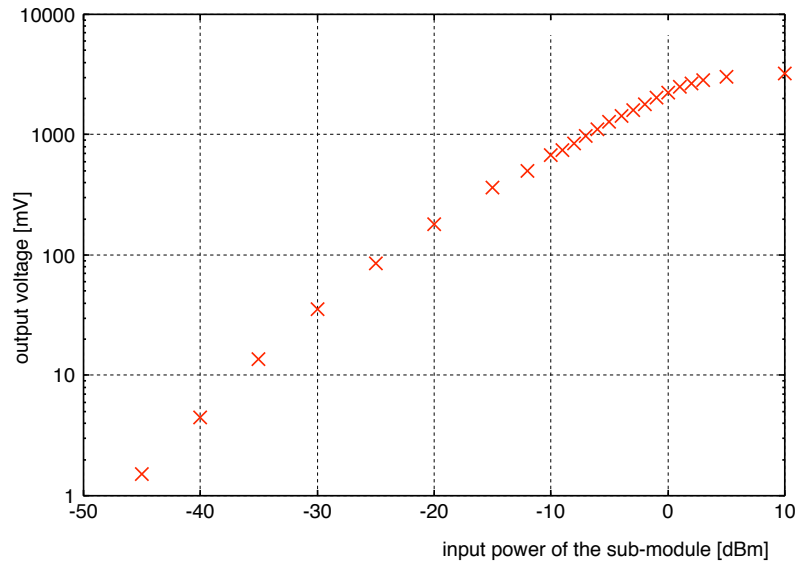


図 9: Intensity detector 部の応答

2.2.3 Limiter サブモジュール

発振器からの 714MHz を用いて入出力のパワーを測定した結果を図 10 に示す。飽和点は前段の Buffer Splitter のゲインを考慮して、モジュール全体での結果と合っている。このサブモジュールの出力が 4 つに分配されて (-6dB) 出力される。

図 4 と同様のセットアップでサブモジュールの位相シフトを測定した (図 11)。図 5 とほぼ同じ結

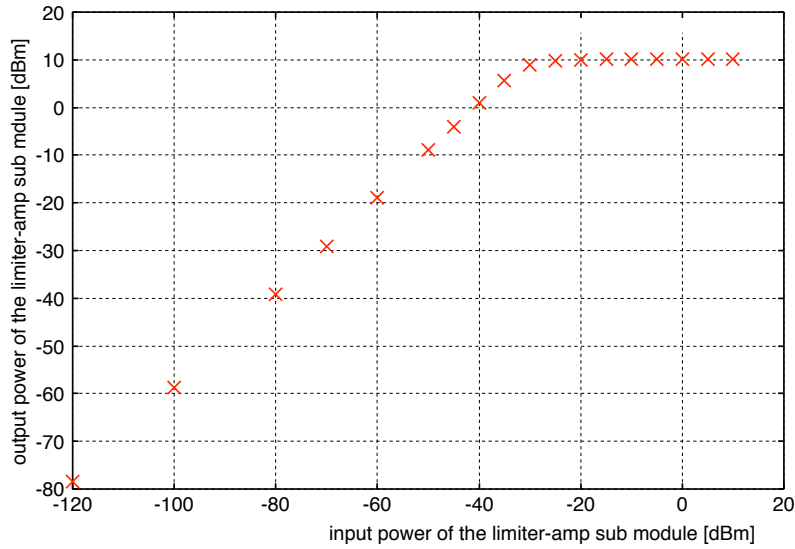


図 10: Limiter 部の応答

果が得られたので、位相シフトは Limiter サブモジュールで発生していることが分かる。

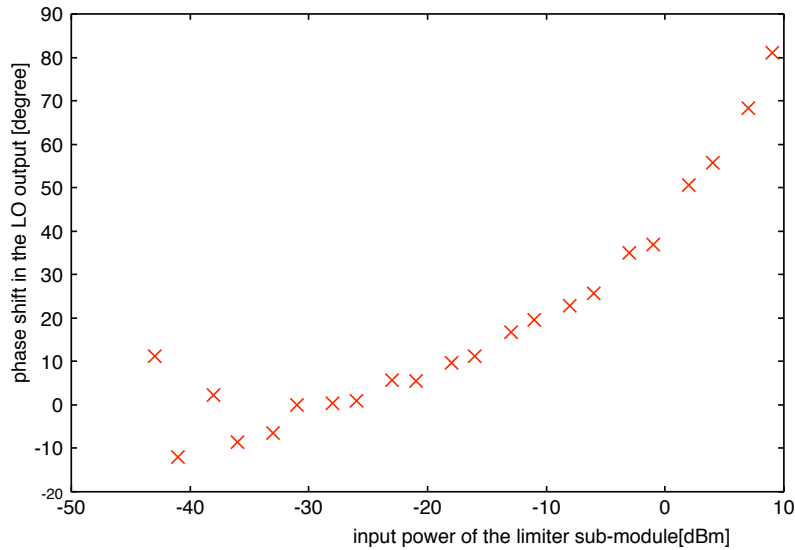


図 11: LO 出力位相の信号強度依存 (Limiter サブモジュール)

3 考察

位相シフトは Limiter サブモジュール内で発生することが分かった。SMLA17(MACOM) というリミッタンプを使用しているが、そのデータシートを図 12 に抜粋する。500MHz と 1000MHz のデータが載っているが、714MHz はこれらの間と考えると、+15dBm で 20 度程度シフトすることになる。設計によると、サブモジュールの入力からリミッタンプまでのゲインは 16.5dB であることを考慮すると、サブモジュールの入力で -1.5dBm の時に 20 度シフトすることになる。図 5 や図 11 は大体これと合っているので、発生している位相シフトはリミッタンプ自体で決まっていると考え

られる。

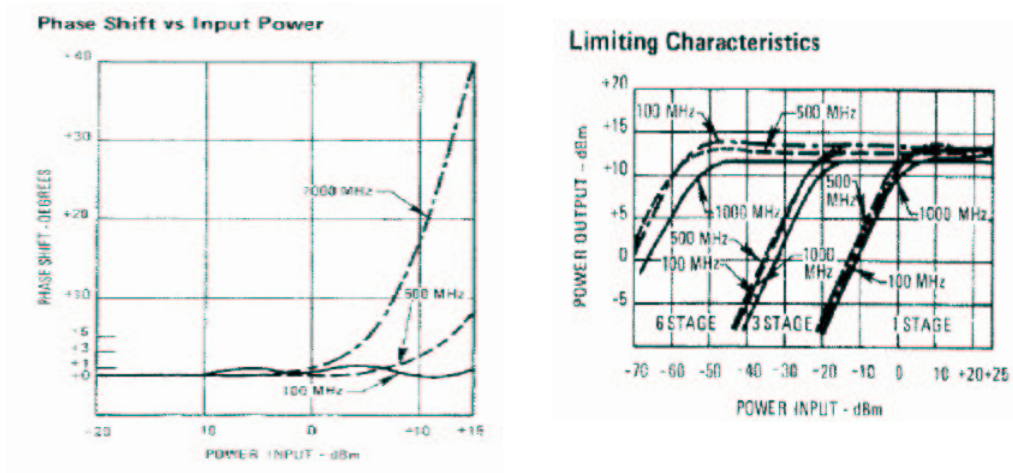


図 12: リミッタアンプ SMLA17 の位相シフトと出力強度 (データシートより)

4 まとめ

概ね設計どおり動作している。LO 出力が振幅も位相も一定になる為には入力信号のパワーを-35dBm 以上-20dBm 以下で使用すべきである。

A 回路図

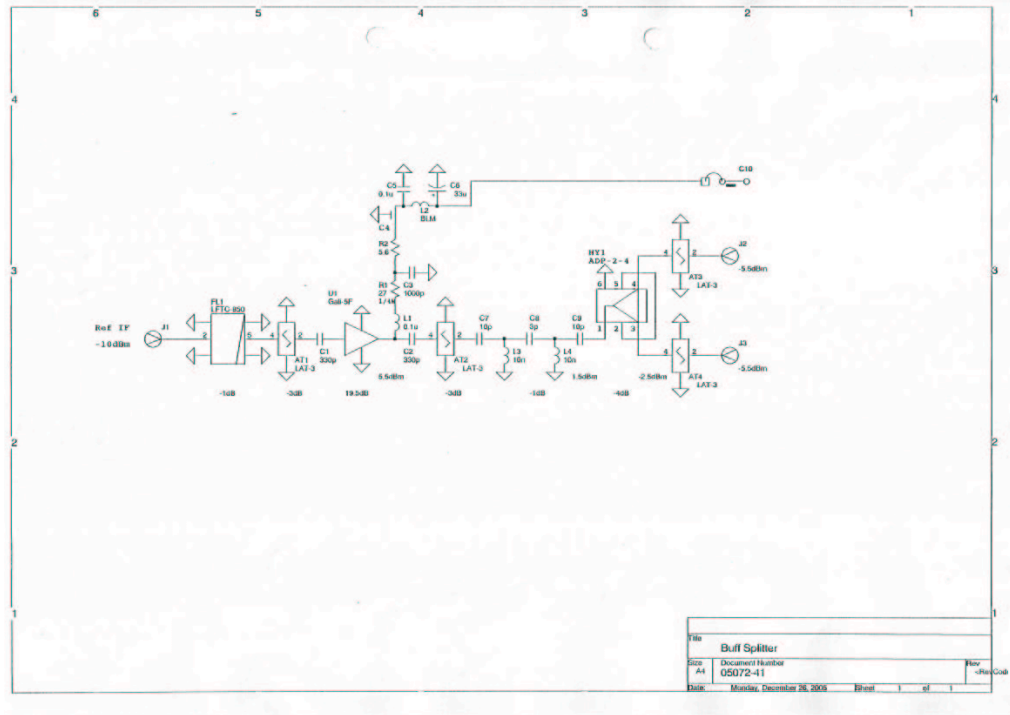


図 13: Buffer Splitter 部の回路図

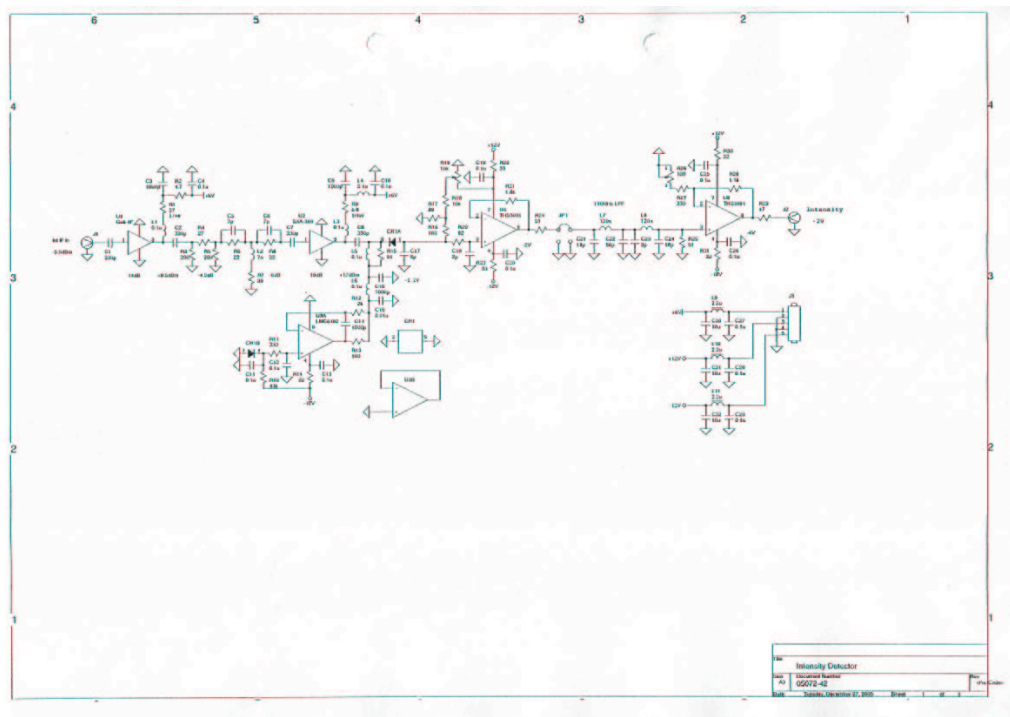


図 14: Intensity Detector 部の回路図

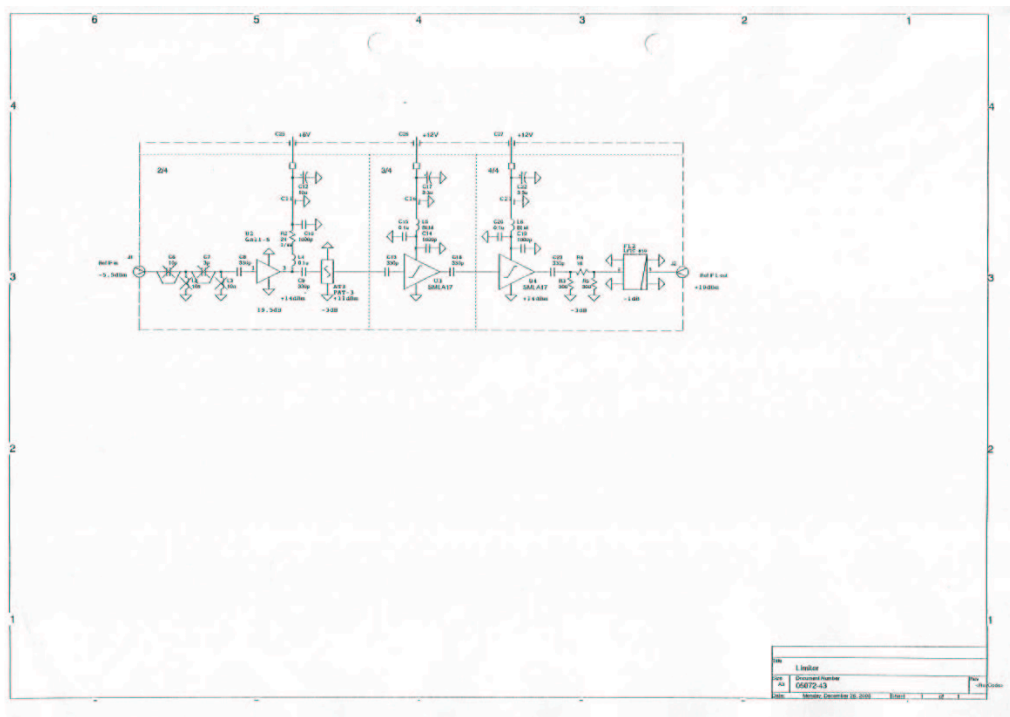


図 15: Limiter 部の回路図