

週間報告書 # 5

中川憲保

平成 16 年 6 月 29 日

1 今週の内容

先週、Mixer を組み込んで実験を行ったが、その時用いた仮想抵抗での予測とは異なる結果を示した。そのため、今回は Mixer における調査を行った。

1.1 実験

今回、図 1 にあるような回路を用いてミキサーにかかる電圧と、そこから計算される抵抗値の測定を行った。入力した信号は前回と同じく 15.235MHz である。

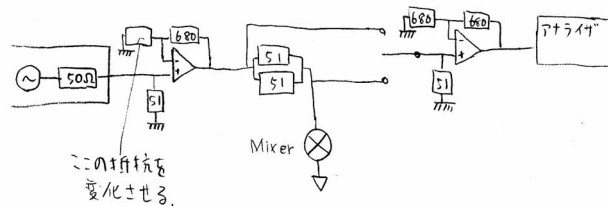


図 1: Mixer 調査用回路

測定方法としては、以下の順番のように行った。

1. 回路手前のバッファーに適切な抵抗を取り付ける。
2. まず、51Ω の並列抵抗の手前からアンプで信号を取り出し、アナライザで 1f 成分を測定する。(この部分の電圧が「Lastpart-1f」)
3. 信号入力側の電圧値を変化させていき、その都度 1f 成分を測定する。(この部分の電圧が「Mixer-1f」)
4. 次に 51Ω の並列抵抗と Mixer の間からアンプで信号を取り出し、同様にアナライザで 1f 成分を測定する。
5. 終わると抵抗を付け替えて同様の測定を行う。

今回用いた抵抗値は以下の表の通りである。こうして得られた結果が図 2 ~ 8 である。

抵抗値 Ω	68	150	220	330	680	1.5k	6.8k
倍率 (倍)	5.5	2.77	2.05	1.53	1.00	0.73	0.55

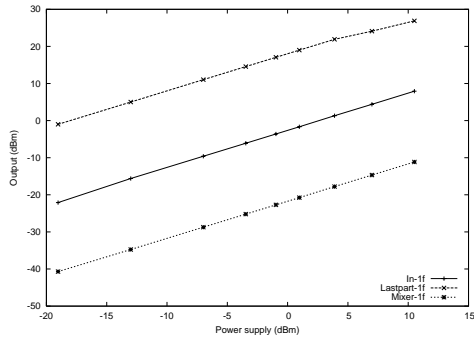


図 2: 最終段のアンプで 5.5 倍に増幅

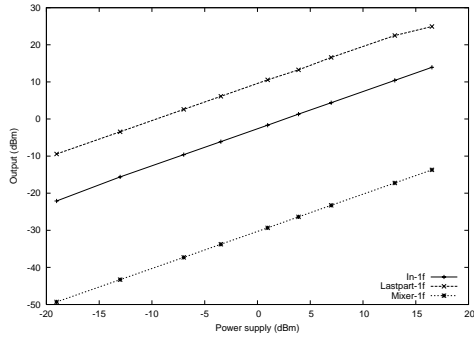


図 3: 最終段のアンプで 2.77 倍に増幅

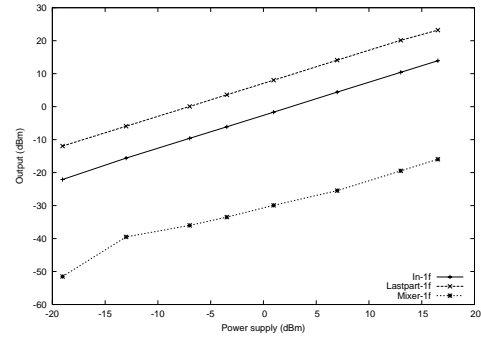


図 4: 最終段のアンプで 2.05 倍に増幅

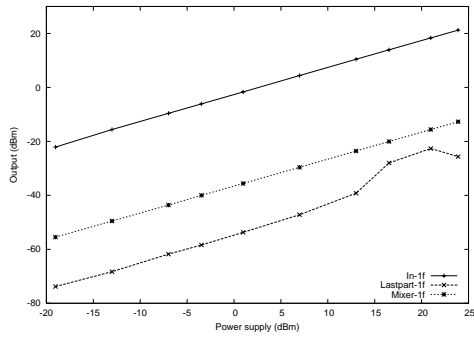


図 5: 最終段のアンプで 1.53 倍に増幅

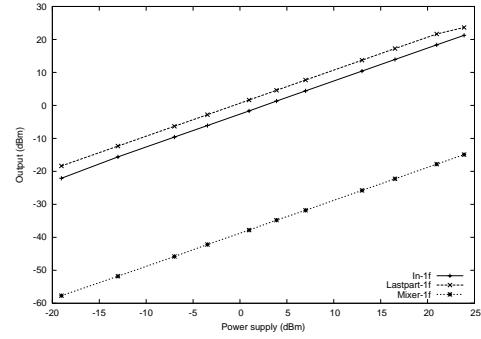


図 6: 最終段のアンプで 1.0 倍に増幅

図 7: 最終段のアンプで 0.73 倍に増幅

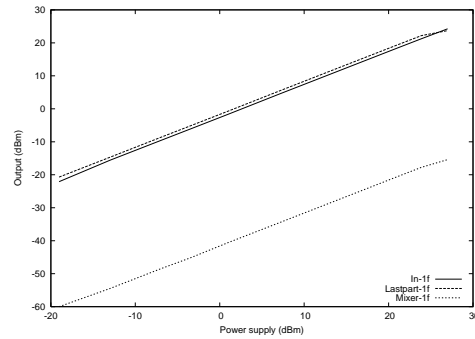


図 8: 最終段のアンプで 0.55 倍に増幅

これらの結果より電源電圧と Mixer にかかる電圧がだいたい比例しているのがわかるが、680Ωでの測定だけが他に比べ In-1f と Lastpart-1f の上下が入れ替わり、差も大きいので測定を誤ったか配線を間違った可能性があり、このデータは以後の解析で用いない。また、次回改めて測定し直す。

1.2 結果から計算、解析

ここでは、前の Section で行った測定の結果から、入力電圧値を一定にしてアンプの値を変えて Mixer にかかる電圧値とその時の抵抗値を求めた。計算方法としては以下のように文字をおいて行う。

Mixer とその手前の抵抗にかかる Power(測定値としては「Lastpart-1f」) を P_{1a} [dBm]

Mixer にかかる Power(測定値としては「Mixer-1f」) を P_{Mix} [dBm]

Mixer とその手前の抵抗にかかる電圧を V_{1a} [V]

Mixer にかかる電圧を V_{Mix} [V]

Mixer の抵抗値を R_{Mix} [Ω]

まず電圧の出し方としては、

$$V_{1a} = \sqrt{10^{\frac{P_{1a}}{10}} \times 0.001 \times 2 \times 50} \quad (1)$$

$$V_{Mix} = \sqrt{10^{\frac{P_{Mix}}{10}} \times 0.001 \times 2 \times 50} \quad (2)$$

として求める。そして抵抗値は

$$R_{Mix} = \frac{V_{Mix}}{V_{1a} - V_{Mix}} \times 25.5 \quad (3)$$

として求める。

その計算結果を表しているのが図 9~11 である。横軸にアンプの倍率、縦軸に電圧値は単位を [V] で実線、抵抗値は単位を [Ω] で点線で表している。

注意として1つ目に、680Ωで測定したときの結果は入れないでプロットした。二つ目として入力電圧 2V の時、アンプの倍率が 3 までしかないのは、それ以上にすると測定がうまく出来なかったためである。

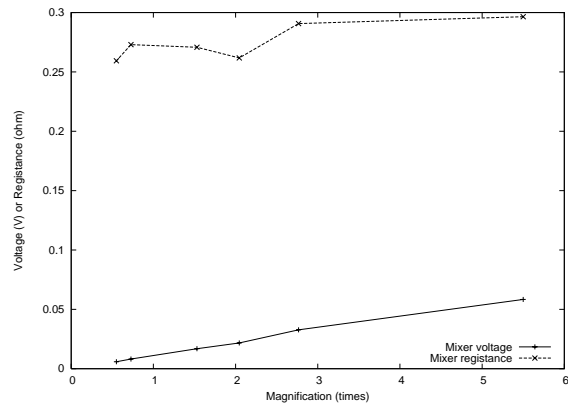
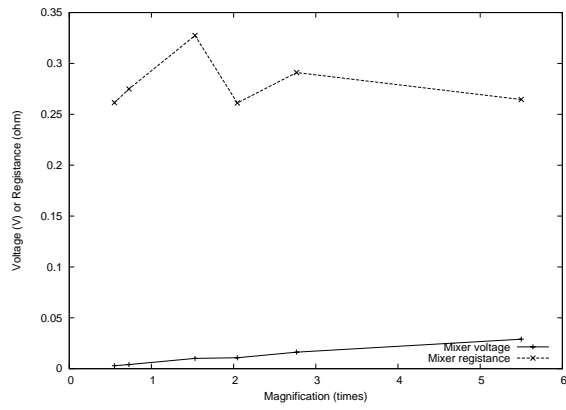


図 9: 入力電圧 0.5V(実際の I_n は -1.67dBm) 時

図 10: 入力電圧 1.0V(実際の I_n は 6.99dBm) 時

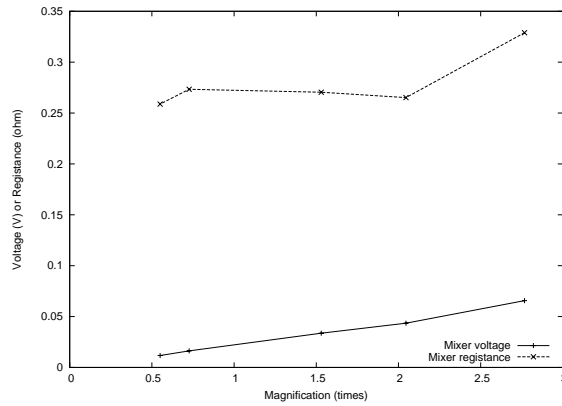


図 11: 入力電圧 2.0V(実際の I_n は 13.0dBm) 時

1.3 結果、考察

今回の実験より、回路に入力する電圧と Mixer にかかる電圧とはほぼ比例することが読みとれた。また Mixer の抵抗値としても電圧値にかかわらず $0.30 \pm 0.05 \Omega$ であることがわかった。ただ、この抵抗値の値は資料の値とは大きく異なる。(今回接地して用いた Mixer を Mixer として利用することで、また結果が変わってくるのかもしれない。)

ここで比較として前回行った測定から求められる Mixer の抵抗値を示しとく。計算方法としては P_{Mix} の定義は同じ。最終段にかかる Power を実際に測定していないために計算から求める。入力の際の Power が 11.8dBm であったのでそこから求まる電圧値は 1.23V である。後はこの値を基準に初頭の Attenuator で $\frac{1}{10}$ にされ、そして最終段のアンプで増幅されるのでそれらを単純に掛け合わせて V_{la} とした。最終段のアンプの倍率は以下の表に示してある。そこからは前の Section で求めた方法と同じである。その計算結果としては以下の通りである。

(前回の結果)	仮想抵抗 15Ω		Mixer			
最終段のアンプの倍率 [倍]	11.0	14.1	5.5	7.8	10.1	14.1
抵抗値 [Ω]	13.5	12.4	226	102	60.5	33.0

この計算結果で仮想抵抗が 15Ω であるのに対して、計算で求めた結果 2.5 ~ 3.5Ω であることから確かな値として信じることは出来ないが、参考になる値であるとは思える。今回 PhaseShifter の効果を考慮していないのが大きな原因の 1 つであると言える。(実際 PhaseShifter では 2dBm 弱のロスがあった)

今回の結果からは Mixer の抵抗値を 0.3Ω ぐらいで考えていいことになり、前回の結果とは大きく矛盾する事になる。

これは明らかに回路か測定に問題がある。それを見つけて真の Mixer の特性を調べなくてはならない。

2 来週の予定

680Ω のデータの再測定。回路の考え直し、そして組み直しての測定。

回路の組み直しとしては、

- もう一度 PhaseShifter も組み込んだ状態の回路で、今回は V_{la} 、 V_{Mix} の両方を測定する。
- Mixer を変えてみる。

などが考えられる。