

週間報告書 # 9

「Mixer の IF 成分」

中川憲保

平成 16 年 7 月 30 日

1 Mixer の IF 成分

前回まで Mixer の Lo 成分に関して調べていたが、実際 IF 出力への影響を調べるため、今回 Rf にも信号を入れて実際に IF 成分に関して調べてみた。

1.1 IF の測定

IF 信号の測定について用いた回路は図 1 の通りである。その方法については、まず LO に 15.235MHz の信号を、RF に 15.234MHz の信号を入れて、基本波の信号として出てくるものを 1kHz、高調波成分として IF から出てくるものを 2kHz、3kHz...と分離することにより、LO と RF 成分の高調波成分が影響する程度を測定する。影響の違いを見るために、LO と RF には sin 波と矩形波を入れて違いを見てみた。

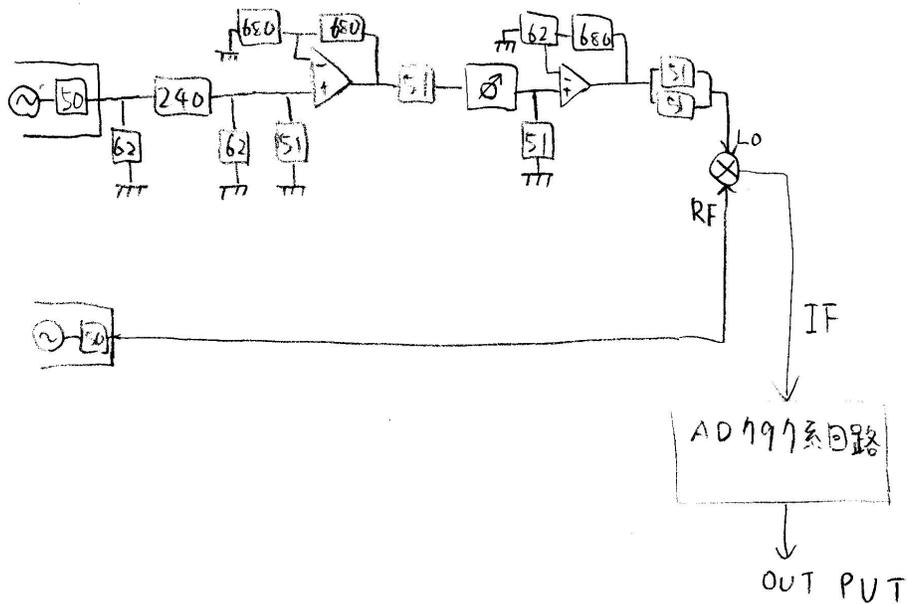


図 1: Mixer

1.2 IF 成分の測定結果

ここに、測定した結果を載せる。

表の見方についてだが、次の通りである。

上の表 LO 系の回路への入力信号 (IN) と、LO 直前での信号 (LO) と、RF への入力信号 (RF) について、基本波 (15.235MHz or 15.234MHz) の 1f 成分と、高調波成分である 2f ~ 5f 成分の Power を測定しその値と Harmonic Distortion の値である。入力した信号、sin 波 (SINE) と矩形波 (SQUA) それぞれについて計った。

注意しておくこととして、LO の測定結果は抵抗値として 50Ω での値であり、Mixer が抵抗値 18Ω (前回までの測定結果) として働く場合 +4.4dBm する必要がある。

下の表 比較のため LO と RF に、それぞれ sin 波と矩形波を組み合わせ入れて IF 成分について測定した。1kHz が基本波の信号によるもので、2kHz 以降が高調波成分によるものである。これに關しても測定したデータとその Harmonic Distortion について記した。

まず、はじめの測定は LO 系へ 2.34V、RF に 0.10V でシンセサイザーより信号を入力し測定した。LO 系への 2.34V は実際 TAMA で使用されている信号強度と同じものである。

	date [dBm]					Hanmonic Distortion [dB]			
[SINE]	1f	2f	3f	4f	5f	2f	3f	4f	5f
IN	11.83	-50	-40.1	-	-	-61.83	-51.93	-	-
LO	6.10	-45.4	-10.23	-45.3	-13.72	-51.5	-16.33	-51.4	-19.82
RF	-15.53	-	-	-	-	-	-	-	-
[SQUA]	1f	2f	3f	4f	5f	2f	3f	4f	5f
IN	12.49	-28.5	-6.39	-37.9	-25.63	-40.99	-18.88	-50.39	-38.12
LO	6.47	-36.3	-13.2	-47	-13.35	-42.77	-19.67	-53.47	-19.82
RF	-14.93	-53	-34.4	-65	-54	-38.07	-19.47	-50.07	-39.07

	date [dBrms]					Hanmonic Distortion [dB]			
(LO,RF)	1kHz	2kHz	3kHz	4kHz	5kHz	2kHz	3kHz	4kHz	5kHz
(Sine,Sine)	-6.31	-84.5	-35.62	-	-60.75	-78.19	-29.31	-	-54.44
(Sine,Square)	-6.91	-84.57	-82.94	-	-84.26	-77.84	-76.03	-	-77.35
(Square,Sine)	-6.89	-84.7	-80.4	-	-84.9	-77.81	-73.51	-	-78.01
(Square,Square)	-6.28	-81.51	-35.45	-	-60.2	-75.23	-29.17	-	-53.92

表 1: シンセサイザーより LO 側に 2.34V、RF に 0.10V で Input

次に、LO 系へ 2.34V、RF への信号の強さを上げて RF に 0.30V でシンセサイザーより信号を入力し測定した。それが表 2 である。

今度は LO の Harmonic Distortion を押さえるため強度を落とし LO 系へ 1.50V、RF に 0.10V でシンセサイザーより信号を入力し測定した。それが表 3 である。

さらに LO の Harmonic Distortion を押さえるため強度を落とし LO 系へ 0.70V、RF に 0.10V でシンセサイザーより信号を入力し測定した。それが表 4 である。

そして、LO の Harmonic Distortion を押さえるため強度を落とし LO 系へ 1.50V、LO と RF の強度の差を大きくするため RF に 0.05V でシンセサイザーより信号を入力し測定した。それが表 5 である。

	date [dBm]					Hanmonic Distortion [dB]			
[SINE]	1f	2f	3f	4f	5f	2f	3f	4f	5f
IN	11.83	-50	-40.1	-	-	-61.83	-51.93	-	-
LO	6.10	-45.4	-10.23	-45.3	-13.72	-51.5	-16.33	-51.4	-19.82
RF	-6.00	-	-	-	-	-	-	-	-
[SQUA]	1f	2f	3f	4f	5f	2f	3f	4f	5f
IN	12.49	-28.5	-6.39	-37.9	-25.63	-40.99	-18.88	-50.39	-38.12
LO	6.47	-36.3	-13.2	-47	-13.35	-42.77	-19.67	-53.47	-19.82
RF	-8.59	-42.7	-24.4	-52	-43	-34.11	-15.81	-43.41	-34.41

	date [dBrms]					Hanmonic Distortion [dB]			
(LO,RF)	1kHz	2kHz	3kHz	4kHz	5kHz	2kHz	3kHz	4kHz	5kHz
(Sine,Sine)	2.58	-82.87	-48.00	-	-70.32	-85.45	-50.58	-	-72.90
(Sine,Square)	3.23	-84.81	-26.01	-	-52.68	-88.04	-29.24	-	-57.33
(Square,Sine)	3.26	-81.95	-25.69	-	-52.68	-85.21	-28.95	-	-55.94
(Square,Square)	2.62	-81.82	-49.02	-	-71.36	-84.44	-51.64	-	-73.98

表 2: シンセサイザーより LO 側に 2.34V、RF に 0.30V で Input

	date [dBm]					Hanmonic Distortion [dB]			
[SINE]	1f	2f	3f	4f	5f	2f	3f	4f	5f
IN	7.99	-57.0	-48.5	-	-	-64.99	-56.49	-	-
LO	4.68	-49.0	-11.2	-47.1	-15.8	-53.68	-15.88	-51.68	-20.48
RF	-15.53	-	-	-	-	-	-	-	-
[SQUA]	1f	2f	3f	4f	5f	2f	3f	4f	5f
IN	8.67	-30.72	-9.82	-38.5	-28.4	-39.39	-18.49	-47.17	-37.07
LO	5.01	-39.6	-12.5	-47.8	-15.1	-44.61	-17.51	-52.81	-20.11
RF	-14.93	-53	-34.4	-65	-54	-38.07	-19.47	-50.07	-39.07

	date [dBrms]					Hanmonic Distortion [dB]			
(LO,RF)	1kHz	2kHz	3kHz	4kHz	5kHz	2kHz	3kHz	4kHz	5kHz
(Sine,Sine)	-7.28	-86.3	-68.99	-	-90.93	-79.02	-61.71	-	-83.65
(Sine,Square)	-6.67	-89.41	-37.81	-	-65.36	-82.74	-61.14	-	-58.69
(Square,Sine)	-7.14	-90.35	-82.47	-	-97.24	-83.21	-75.33	-	-90.1
(Square,Square)	-6.54	-86.76	-36.67	-	-62.85	-80.22	-30.13	-	-56.31

表 3: シンセサイザーより LO 側に 1.50V、RF に 0.10V で Input

	date [dBm]					Hanmonic Distortion [dB]			
[SINE]	1f	2f	3f	4f	5f	2f	3f	4f	5f
IN	1.35	-	-55	-	-	-	-56.35	-	-
LO	1.34	-	-23.3	-	-32.7	-	-24.64	-	-34.04
RF	-15.53	-	-	-	-	-	-	-	-
[SQUA]	1f	2f	3f	4f	5f	2f	3f	4f	5f
IN	2.02	-37.8	-16.7	-45.5	-35.8	-39.82	-18.72	-47.52	-37.82
LO	1.85	-40.5	-16.5	-52.0	-25.4	-42.35	-18.35	-53.85	-27.25
RF	-14.93	-53.0	-34.4	-65.0	-54.0	-38.07	-19.47	-50.07	-39.07

	date [dBrms]					Hanmonic Distortion [dB]			
(LO,RF)	1kHz	2kHz	3kHz	4kHz	5kHz	2kHz	3kHz	4kHz	5kHz
(Sine,Sine)	-11.78	-77.46	-51.83	-	-79.86	-65.68	-40.05	-	-68.08
(Sine,Square)	-11.16	-85.46	-41.35	-	-62.35	-74.30	-30.19	-	-66.23
(Square,Sine)	-10.95	-76.31	-50.8	-	-77.18	-65.36	-39.85	-	-66.23
(Square,Square)	-10.35	-75.62	-42.94	-87.22	-59.97	-65.27	-32.59	-76.87	-49.62

表 4: シンセサイザーより LO 側に 0.70V、RF に 0.10V で Input

	date [dBm]					Hanmonic Distortion [dB]			
[SINE]	1f	2f	3f	4f	5f	2f	3f	4f	5f
IN	1.35	-	-55	-	-	-	-56.35	-	-
LO	1.34	-	-23.3	-	-32.7	-	-24.64	-	-34.04
RF	-21.53	-	-	-	-	-	-	-	-
[SQUA]	1f	2f	3f	4f	5f	2f	3f	4f	5f
IN	8.67	-30.72	-9.82	-38.5	-28.4	-39.39	-18.49	-47.17	-37.07
LO	5.01	-39.6	-12.5	-47.8	-15.1	-44.61	-17.51	-52.81	-20.11
RF	-24.1	-56	-39.5	-	-	-31.9	-15.4	-	-

	date [dBrms]					Hanmonic Distortion [dB]			
(LO,RF)	1kHz	2kHz	3kHz	4kHz	5kHz	2kHz	3kHz	4kHz	5kHz
(Sine,Sine)	-19.38	-85.26	-67.86	-	-102.01	-65.88	-48.48	-	-82.63
(Sine,Square)	-18.72	-97.63	-46.14	-97.83	-78.4	-78.91	-27.42	-79.11	-59.68
(Square,Sine)	-18.16	-84.71	-66.21	-	-102.13	-66.55	-48.05	-	-83.97
(Square,Square)	-17.51	-83.29	-45.83	-98.05	-70.59	-65.78	-28.32	-80.54	-53.08

表 5: シンセサイザーより LO 側に 0.70V、RF に 0.05V で Input

1.3 考察

表の結果を別紙でグラフ化した。縦軸に IF Harmonic Distortion 横軸に IF の出力の値を書いている。各棒について左から (LO,RF) が (2.34,0.10)、(2.34,0.30)、(1.50,0.10)、(0.70,0.10)、(0.70,0.05) と並んでいる。その結果が別紙 9-1 のグラフ群である。

グラフを書いて気づいたのだが、上二つの LO-sine のグラフについて (2.34,0.10) が RF が sin と square とで逆、下二つの LO-sine のグラフについて (2.34,0.30) が RF が sin と square とで逆にデータを書いていた可能性がある。それを考慮し入れ替えた結果が別紙 9-2 のグラフ群である。

9-2 のグラフを見て考えるが、LO より RF からの影響の方が大きいことが見て取れる。これからすると、LO の高調波成分による影響はさほど気にしなくてもいいと思える。また、LO と RF の関係についてはその差が大きい方がより高調波成分の影響を減らせることがわかった。

Mixer について Mixer について東大新領域の森脇さんに聞いたところ、

- Mixer の LO から高調波成分が反射して出てくるのは仕方がない。LO はスイッチング回路として動作するので、入力がある程度大きければ問題ない。ただ、シンセサイザから分岐して LO に入力している場合対策は必要。
- Mixer 自体、RF と IF 側では 50Ω になるように設計されており、LO に関しては抵抗値は 50Ω ではない。LO はダイオードを含む回路で抵抗値は変化する。

と言うことでした。この事は今回の測定結果ともある程度一致しているように思えます。ただ、Mixer が 18Ω と出した前回までの結果は指摘がありましたので考えます。

2 次回に向けて

- 今回取ったデータに書き間違いがある可能性があるなのでその値の取り直し。
- 実際の RF 信号強度に合わせたデータの測定。
- RF 側で問題があればそこで対策を考える。
- Mixer についての勉強。