

# LTspiceによるフォノイコライザ

2017/10/21

肥後信嗣

フリーの回路シミュレータ LTspice は WAV ファイルを入力して結果を同じく WAV ファイルに出力できるので、この機能を使ってレコードからダイレクトリッピングした音源を LTspice 上のイコライザアンプでイコライジングしてみました。比較用の実物のイコライザアンプと音源、およびダイレクトリッピング用アンプは昨年 7/16 に発表したものを使用しました。

## 1. シミュレーション回路

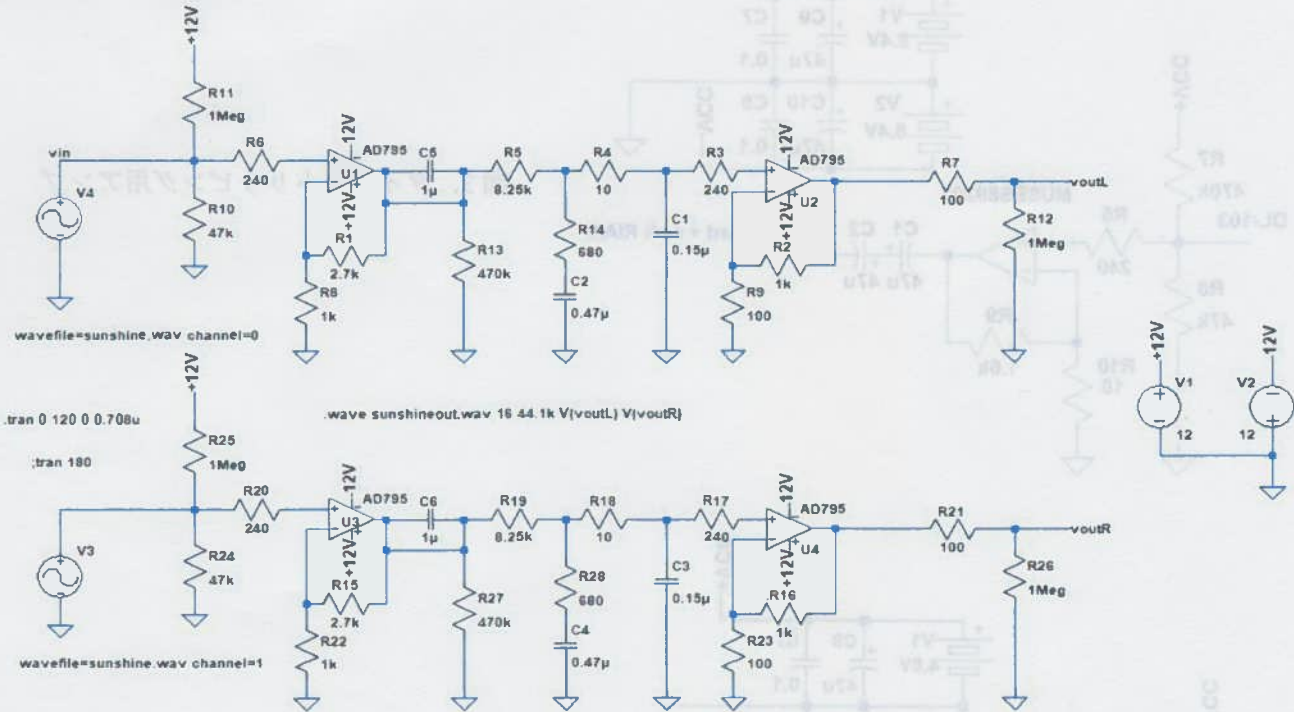


図 1. シミュレーション回路

※L/R 2チャンネル分の回路を用意し、入力設定をそれぞれ” wavefile=sunshine.wav channel=0” , ” wavefile=sunshine.wav channel=1” として、出力設定として” .wave sunshineout.wav 16 44.1k V(voutL) V(voutR)” とする。シミュレーションコマンド設定は、STOPTime=録音時間, MaximumTimeStep=1/1411kbps=0.708  $\mu$ s とする。(sunshine.wav と sunshineout.wav はファイル名。変換元ファイル sunshine.wav は回路と同じホルダに配置。出力 sunshineout.wav も同じホルダに生成される。)

## 2. 周波数特性

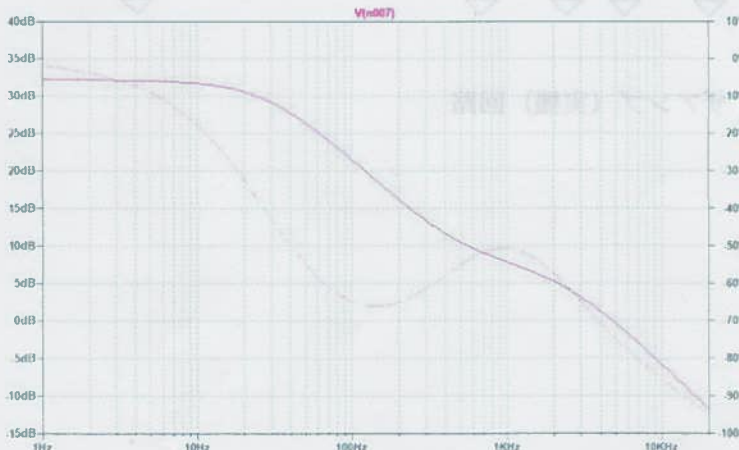


図 2. シミュレーション回路周波数特性

表 1. RIAA 特性表

Frequency	RIAA	EQ_Sim	EQ_Sim(+C)
20	27.05	30.58	27.3
31.5	26.26	28.9	26.4
50	24.72	26.4	24.8
100	20.87	21.44	20.9
200	16.00	16.2	16
400	11.56	11.6	11.6
800	8.53	8.56	8.56
1000	7.78	7.78	7.78
2000	5.19	5.21	5.21
4000	1.17	1.21	1.21
8000	-4.12	-4.05	-4.05
10000	-5.96	-5.96	-5.96
16000	-9.93	-9.87	-9.87
20000	-11.84	-11.9	-11.9

### 3. 考察

- ・筒井康隆氏の「パプリカ」を連想させるような、「仮想の世界からものを持ち帰る」行為に近い。
- ・音楽信号のシミュレーションに要する時間はおよそ 100ms/13 秒 (Corei7, メモリ 12GB, windows10) であり、2分ステレオ wav ファイルは 4.5 時間かかる。
- ・シミュレーションではパソコンやカップリングコンデンサが省略できるケースが多いため、まずは回路構成のみによる音質の見極めを行ない、その後実機によってデバイスによる音質への影響を評価するなど、切り分けができるのではないかと。

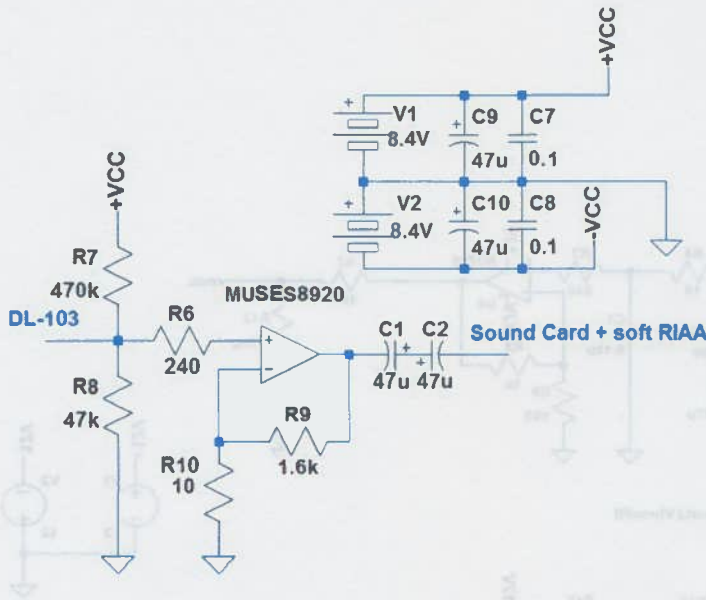


図 3. ダイレクトリッピング用アンプ

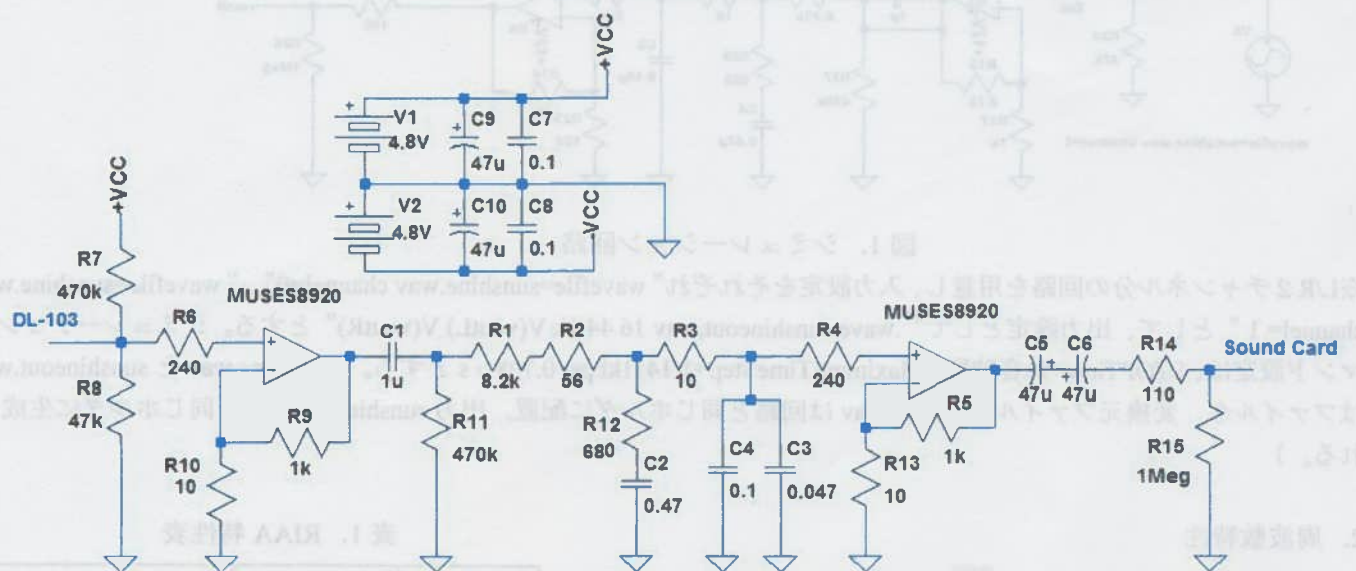


図 4. 比較用イコライザアンプ (実機) 回路

Frequency (Hz)	Gain (dB)	Phase (deg)
20	30.58	37.08
30	28.9	35.5
40	28.28	34.8
50	27.72	34.1
60	27.2	33.4
80	25.72	31.72
100	24.4	30.58
150	21.44	27.72
200	18.0	24.4
300	12.8	18.0
400	8.17	12.8
500	5.83	9.0
600	4.2	6.72
800	1.72	3.4
1000	0.0	0.0
2000	-1.72	-3.4
3000	-3.4	-6.72
4000	-4.72	-9.0
5000	-5.83	-10.8
6000	-6.72	-12.8
8000	-8.17	-15.72
10000	-9.0	-17.2
20000	-11.72	-21.44