

ES9018をしらべてみよう！の巻き(その3) 2012.1.2

[\(その2\)](#)はこちら。

新年なので新しいページを立ち上げました。気分一新です(笑)。

ソフトに柔軟性を！ 2012.1.2

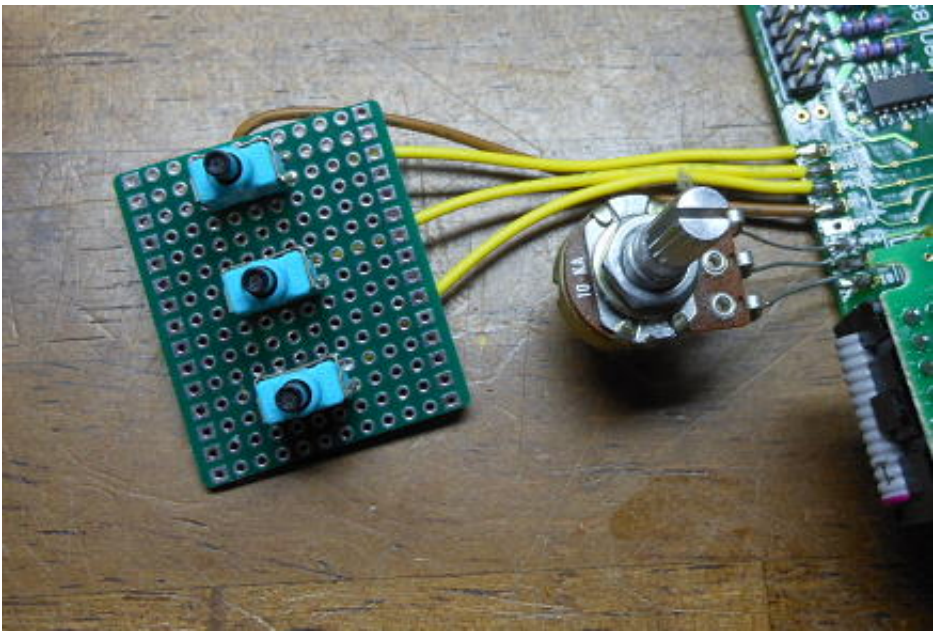
DAC9018Sでクロックや入力による動作状況の確認には、切り替えスイッチやジャンパー設定S1-6を変更する必要があります。切り替えスイッチは一度取り付けてしまえば問題ないのですが、ジャンパー設定についてはもともと変更はほとんどないと思っていて、半田ジャンパーがしやすいパターンにしていました。そのため設定を変えるたびに、半田したり、あるいは吸い取ったりと面倒です。それにスルーホールにもなっていないので、「S1 - S6はCN1みたいにスルーホールに！」とのメールもいただきました。

いっそのこと、[FFDAC1795](#)みたいにソフトウェアで各種の設定ができるようにしておきましょう。そうすると何かと便利です。

思い立ったら元旦、いや吉日。さっそくソフトを組んでみましょう。LCD用のコネクタはメンテナンス用で未使用にしていたましたが、復活です。

制御スイッチは2個あるいは3個

入力切替部の端子にプッシュスイッチを2個あるいは3個つなげて制御できるようにしてみましょう。1個はパラメータ切り替え、もう1個は設定項目の切り替えです。設定項目は複数個あるので、1個のスイッチだと順繰りに変更して後戻りはできませんが、2個つかえば設定項目を前後できるので便利です。ケースの取り付けスペースが無ければ2個でもいいかも。フィルター切り替え端子は使わないので、変わりに出力端子に定義を変更してMUTE用のリレー出力端子にしましょう。










設定用のスイッチです。

こんな機能を付け加えてみました。

MENU	表示例	設定項目
0	<div></div> <p>基本表示です。入力 (SPDIF0～3、PCM,DSD)と電子ボリューム減衰量、入力周波数そしてDPLLのロック状態を示します。* マークは音楽信号がある場合の表示です。無音状態(MUTE)はMを表示します。</p>	入力信号 電子ボリューム減衰 入力周波数 ロック有無 音楽信号有無
1	<div></div> <div></div> <p>ES9018の肝でもあるDPLLレジスターの表示です。周波数換算した場合と、32ビット分のHEXコードで示した表示になります。あとは下16Bitは2進数表示も可能にしました。こうすれば、どの程度の幅でふらついているかの判断が可能になります。</p>	周波数表示 HEX表示 2進数表示(下16ビット)

2	 	Best No Lowest Low Med-Low Medium Med-High High Highest
3	 	USE BYPASS
4		16 20 24 32 (BITS)
5	 	I2S Right Justified Left Justified
6	 	Fast Roll-off Sharp Roll-off
		Normal 50k

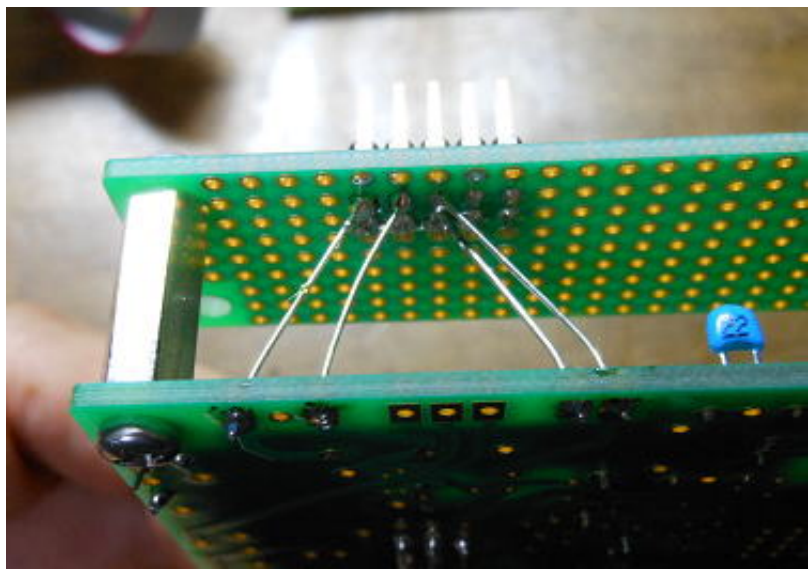
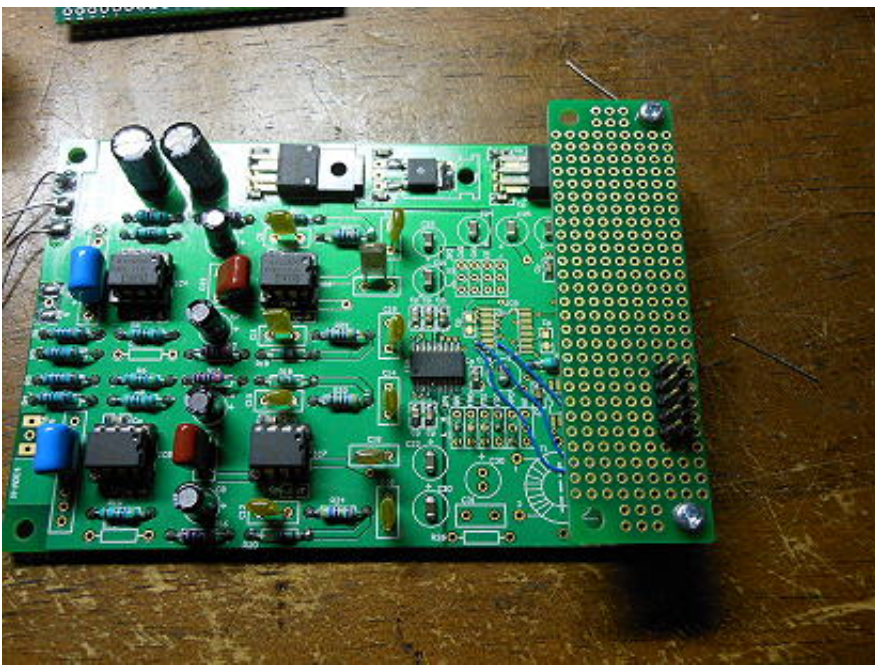
7		60k 70k
8	 	Use Direct from I2S
9	  <div>   </div>	Normal^Phase Anii-Phase

位相の切り替えです。ノーマルと、逆相を切り替えられるようにしましたが、違いはわかるかな？

ここまで、組んだらPICのプログラム容量の80%になりました。残りはデバッグや追加機能のために置いておきましょう。

いろいろ調査のために

DSD出力も簡単に得られるように、唯一のDSD出力機能のあるAD変換基板に常設のDSD出力端子を設けました。といっても、単純に基板を追加して10Pのコネクタを取り付けただけです。



AD変換基板をすこし改良してDSD出力が簡単に得られるようにしました。

テスト時はDAC89018Sを中心にして、FFASRCとAD変換基板から信号を入力します。
これでSPDIF、PCMそしてDSD信号をすべてチェックすることができます。



テストの様子。だんだんこんがらがってきました。

ちょっと方針変更 2012.1.7

作成中のソフトは基本的には1枚のDAC9018Sを使ってステレオモード限定での構成で考えていたけど、折角なので2枚以上連結してモノラルやパラモードもできるようにしてみたくまりました。そのためには入力部分はパラにつなぐ必要はありますが、DAC基板にそれぞれスイッチやLCDをつけるのは馬鹿らしいので、1枚のDAC9018Sのみをマスターにして、他はスレーブで動作させることを考えてみましょう。そのためには、マスタから通信してスレーブにデータを送付する必要がありますが、ちょっとフィルター選択の端子が空くので、これを通信用のポートとすればいいでしょう。

さて、こう考えて基板端子およびモード切替のジャンパー設定は次のように再定義です。

基板端子	P11	パラメータ切り替え用PUSH-SW	
	P12	項目切り替え用PUSH-SW(UP)	

	P13	項目切り替え用PUSH-SW(DOWN)	必須ではない
	P15	通信用ポート	基板間を接続
モード設定	S1	MASTER/SLAVE切り替え 開放:MASTER 接続:SLAVE	
	S2	Reserved	開放
	S3	Reserved	開放
	S4	STERO/MONO切り替え 開放:STEREO、接続:MONO	
	S5	LEFT/RIGHT切り替え 開放:LEFT、接続:RIGHT	S4接続のみ有効
	S6	MUTEリレー用端子	出力端子

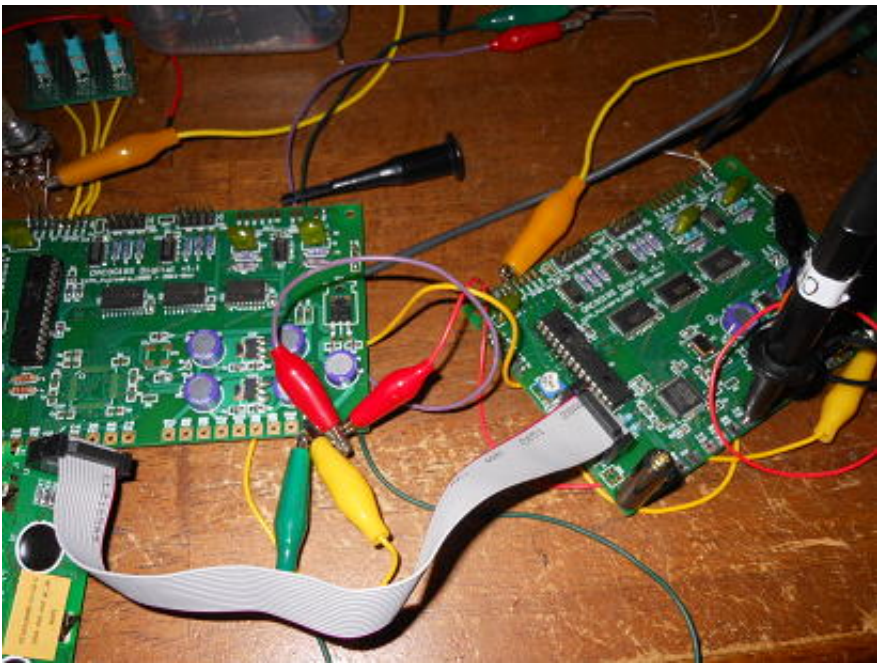
ということで・・・

それぞれMASTER、SLAVEになる基板が必要ですからもう一枚を組み立てます。
 残念なことにES9018の手持ちがないので、新規に作成したほうはDAC素子がなしです。
 通信の確認には、こちらをmasterにしてチェックしましょう。



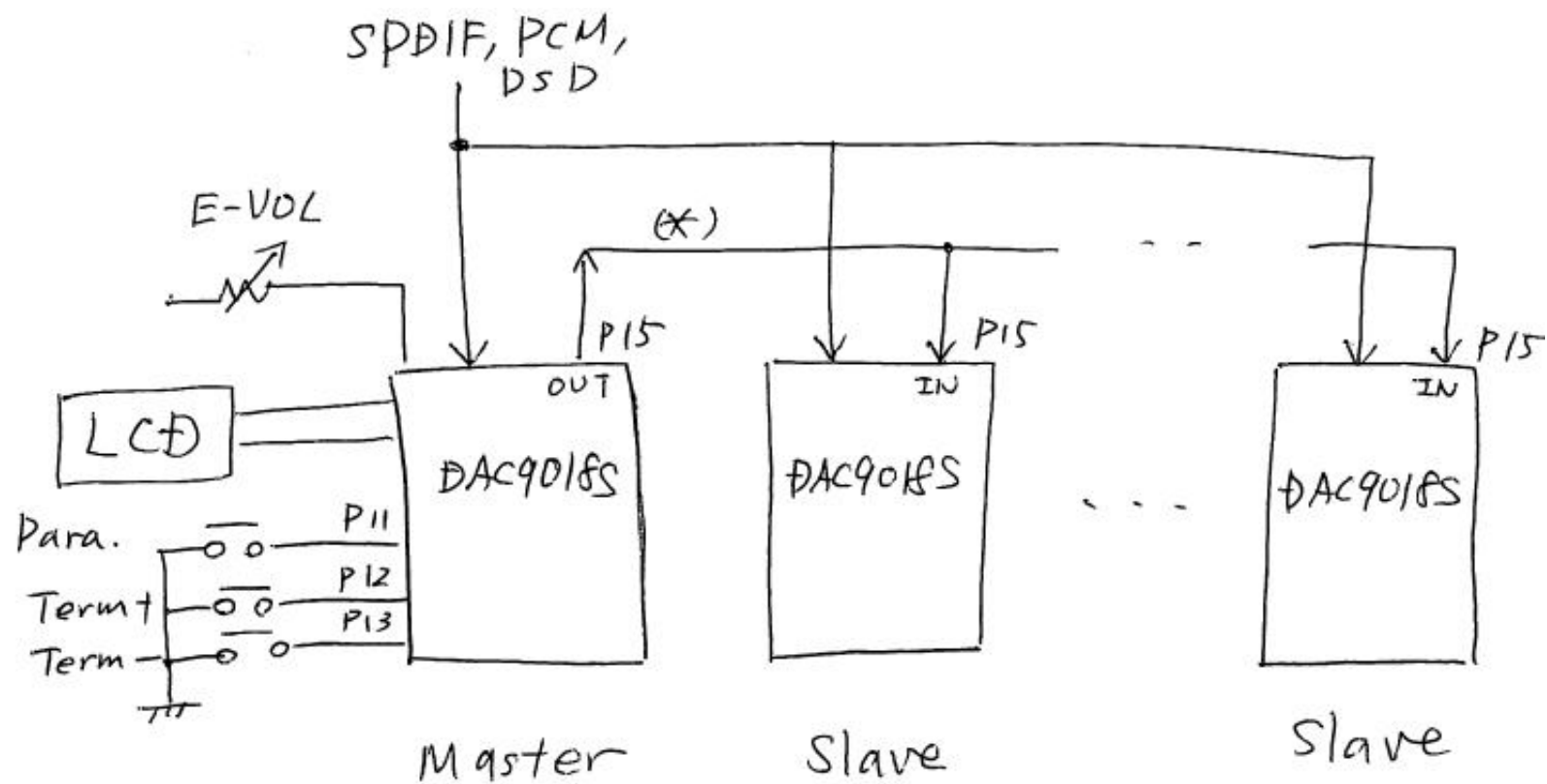
DAC9018Sが2枚出来上がり。でも片方はDACが足りません・・・

電源を接続して、通信用のケーブル(といっても1本だけ)を接続して動作の確認です。



2枚連動動作での動作確認中です。

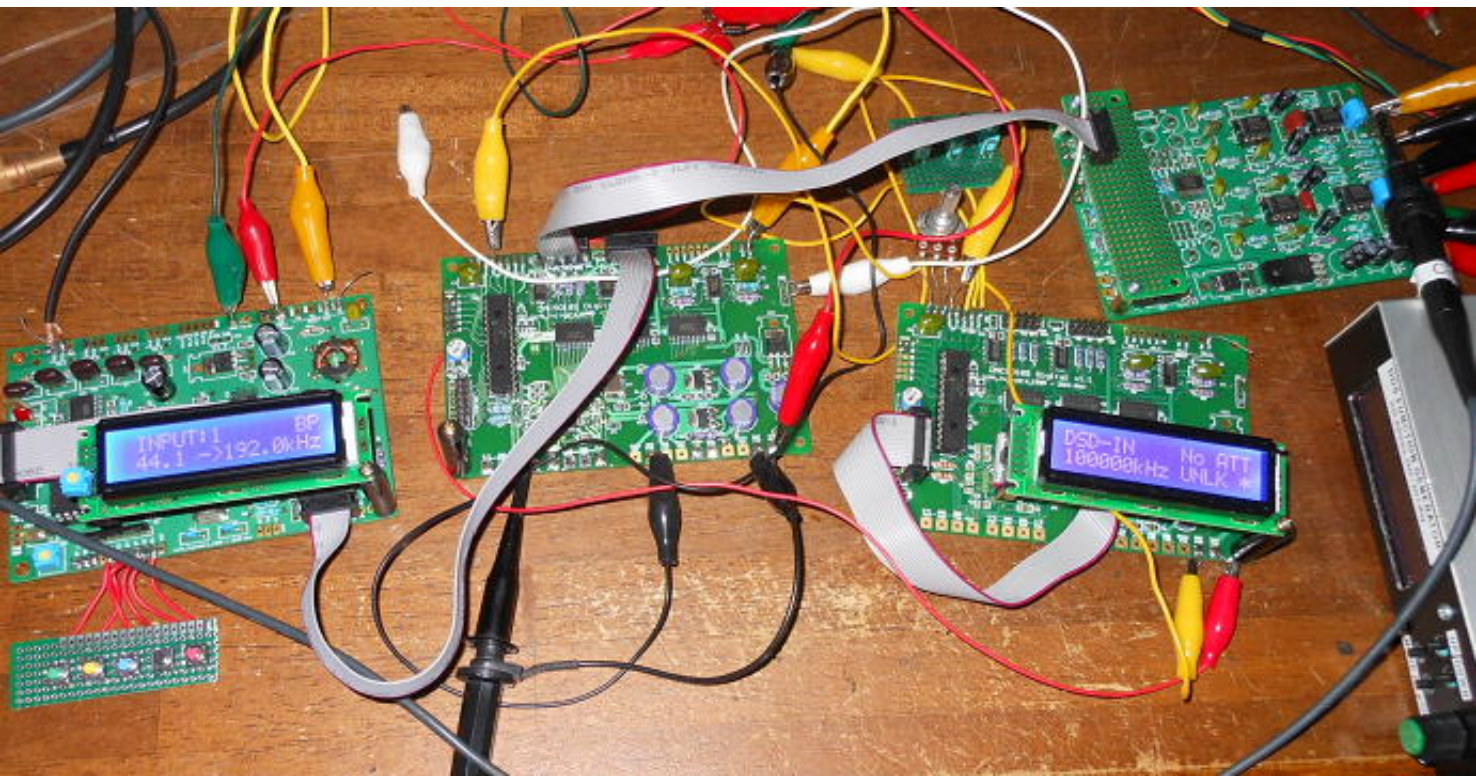
全体の接続構成は下図のような感じです。1枚のマスターに複数枚のスレーブが接続されます。
DAC2枚構成でモノラルにもできますし、4枚構成で2枚パラというのも面白いかも。
その前にICがない……



(*) SPEED : 20KBPS

接続構成

ソフトの確認はすぐに済みましたが、いろいろな接続パターンがあるのでASRCやDSD機器(AD変換ボード改造)やらないとやらで配線はかなりこんがらがります。いちいち半田付けするのも大変なので、ワニロクリップを多用しました。夕方にシコシコとケーブル作ってました(笑)。



確認時の機器の接続の様子。

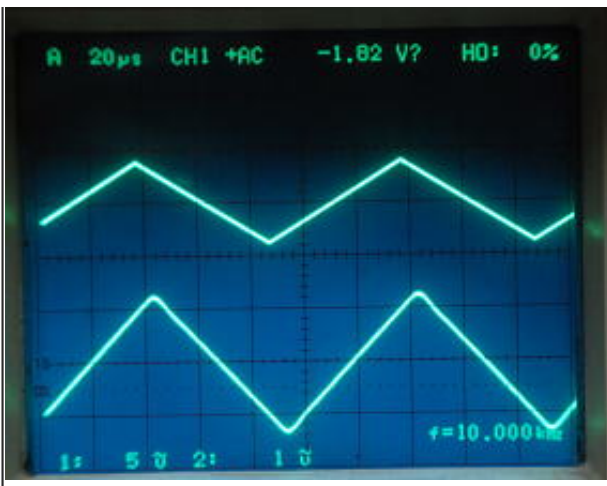
DSDって意外といいかも！

ソフトの動作確認途中に、DSDってどのくらい周波数範囲が広いのかな？とおもって調査してみると意外といいです。ちょっと見直しました。

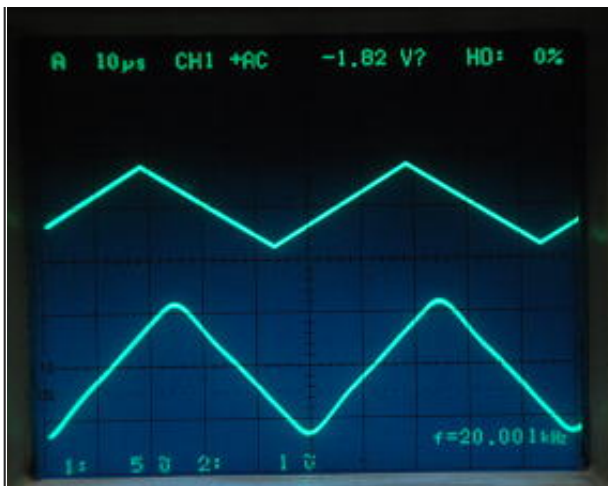
接続は 発信器(DDSタイプ) → AD変換器(DSD出力) → DAC9018S という順番です。

周波数を10～30kHzで変更してみましたがかかなり相似波形がでています。通常のPCM(44.1kHz)ではこの芸当は無理です。

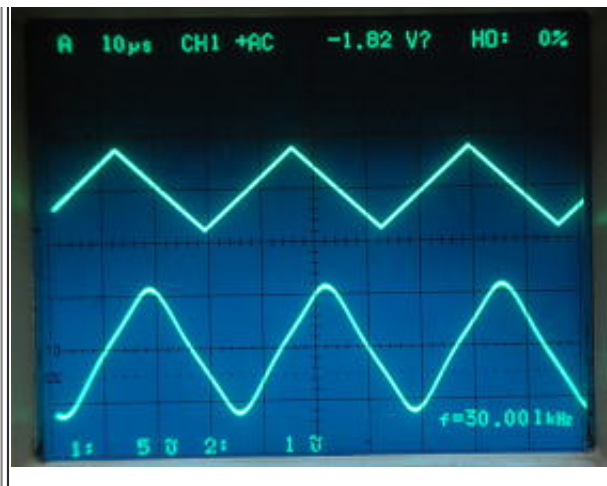
--	--	--



入力周波数 10kHz
(上:入力信号 下:DAC出力信号)

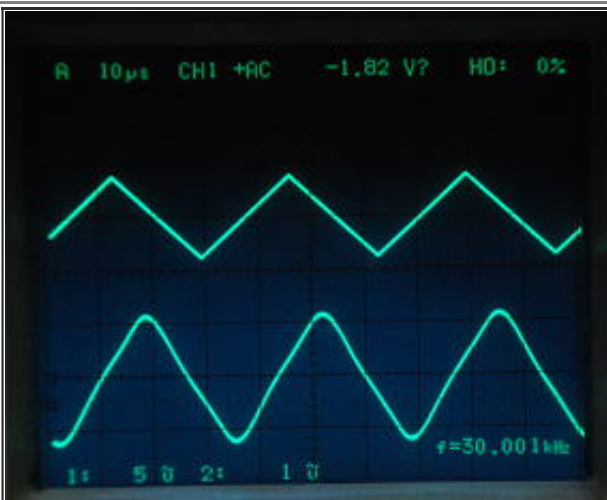


入力周波数 20kHz
(上:入力信号 下:DAC出力信号)

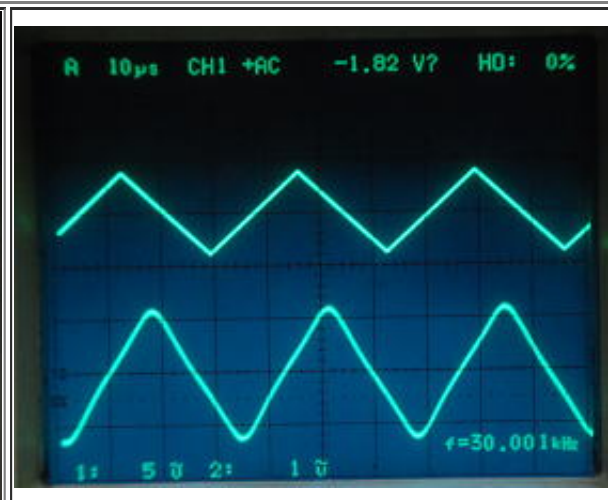


入力周波数 30kHz
(上:入力信号 下:DAC出力信号)

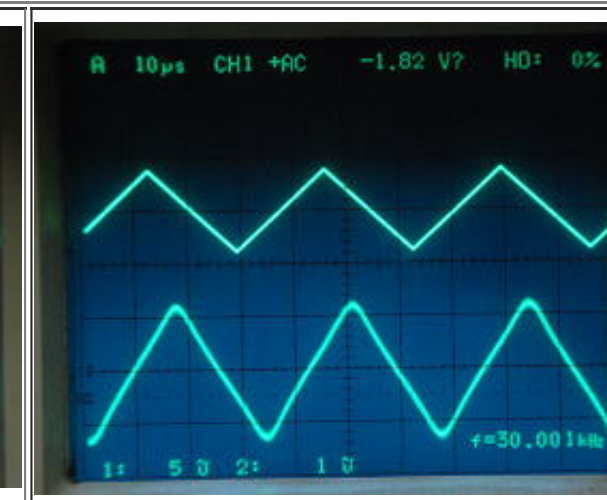
さらに、ES9018SにはFIRフィルターのロールオフ周波数を変更できる機能があるので、これを変えてみてさらに高い周波数に変更するとさらに波形の追従性がよくなります(三角波の山頂の形が鋭くなっていく)。



入力信号: 30kHz
FIRロールオフ: 50kHz



入力信号: 30kHz
FIRロールオフ: 60kHz



入力信号: 30kHz
FIRロールオフ: 70kHz

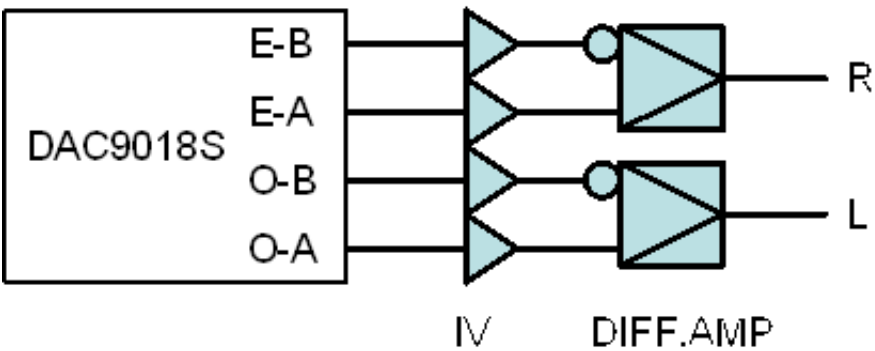
アナログ出力機器はチューナーしかないけど、いままでPCM変換してDACに入れていたけど、これからはDSD変換してDACに入れようかな・・・と思ってしまいます。そうすると、早くDAC9018Sをケースに収めなくっちゃ！

接続方法の整理 2012.1.9

DAC9018Sを1枚から複数枚使用する場合の接続方法を整理してみました。
というのも、オプション設定が足りないのでは？と思える節があったからです。

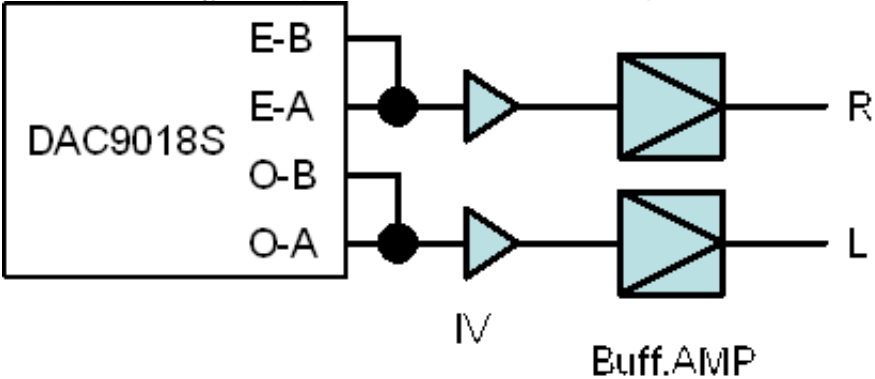
1. 1枚のみ使用時

これはあまり考えることはなく、下図のように4台のIVアンプと差動アンプを組み合わせた構成になります。
ちなみにO-AのOはODD (DAC1,3,5,7の出力) でAは正位相、E-BのEはEVEN (DAC2,4,6,8の出力) でBは負位相を示しています。



一枚使用時の標準的な接続。

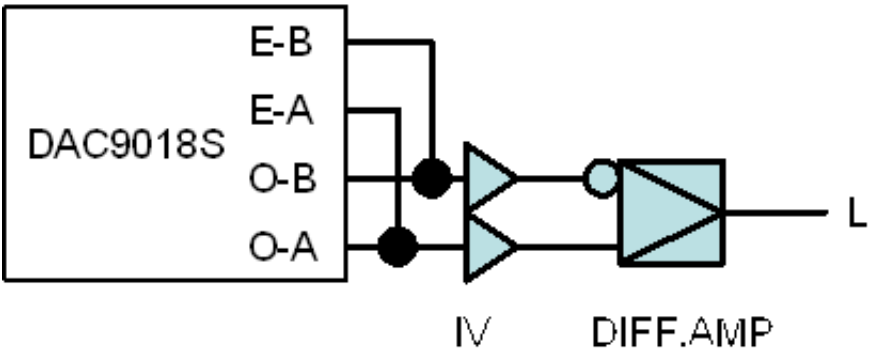
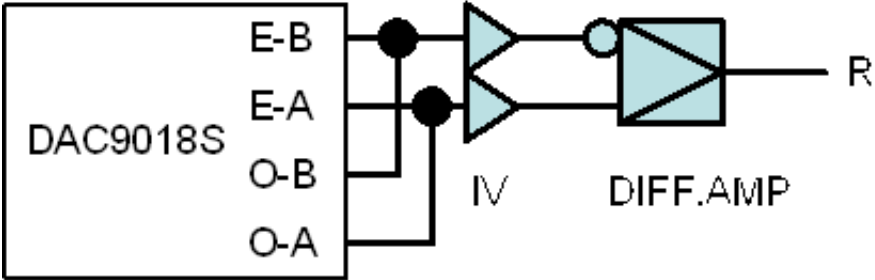
あるいは、負位相の出力(B)を反転させて使用する方法があります。こうすればIVアンプは2台に減らせます。
ただし、この場合は出力に大きなオフセットが生じるのでDCカットのコンデンサが必須になります。
おそらく、この構成で使用することはないと思われます。



一枚使用時のもうひとつの接続法(オフセットが発生するのでお勧めはしません)

2. 2枚使用時の構成

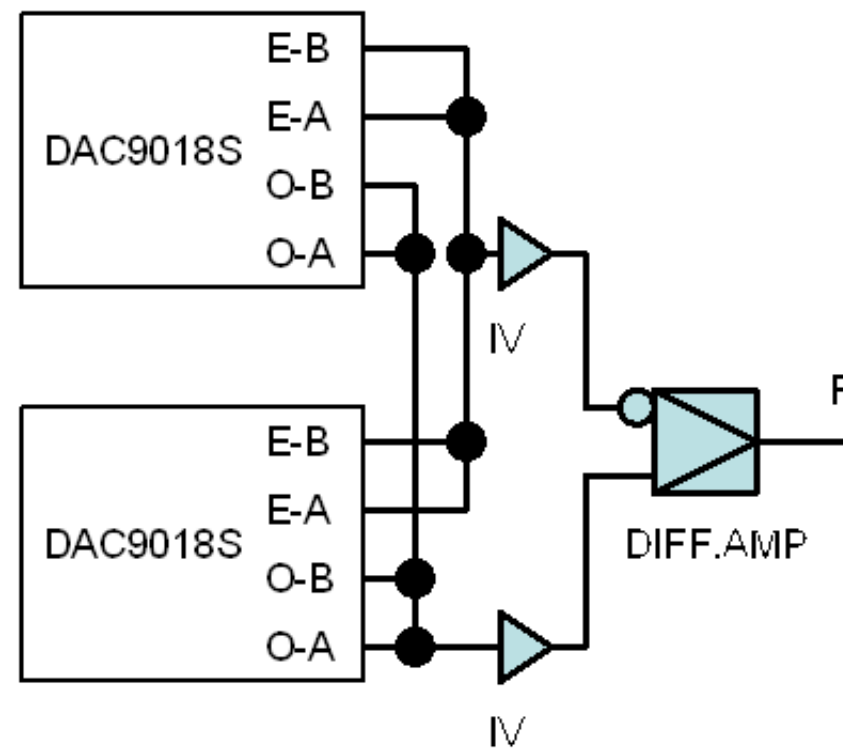
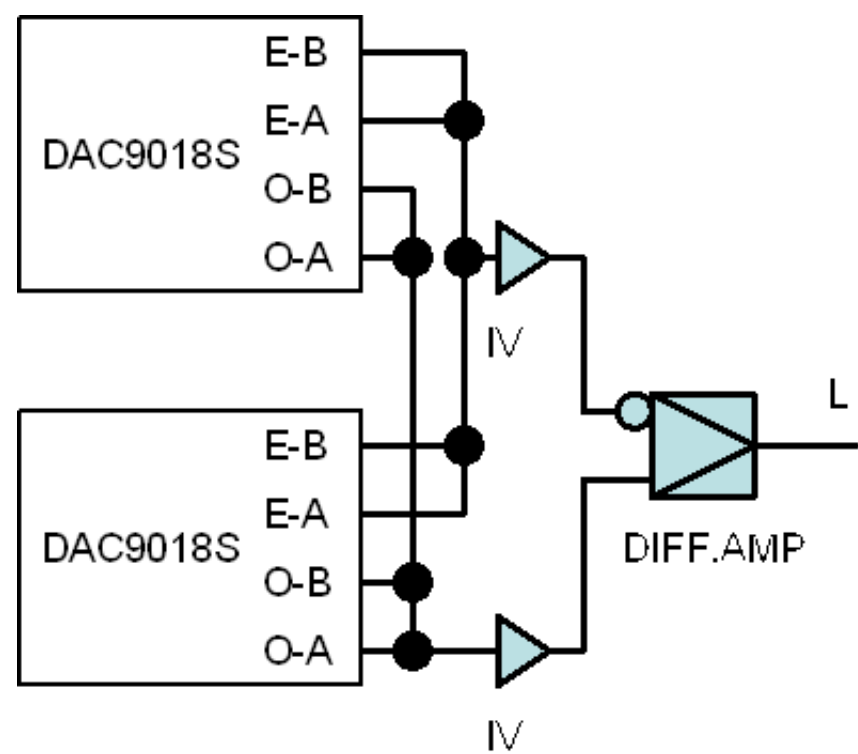
いわゆるモノラル構成にてL/R分離する方法です。下記の接続が一般的なものになるでしょう。



2枚使用時の標準的な接続

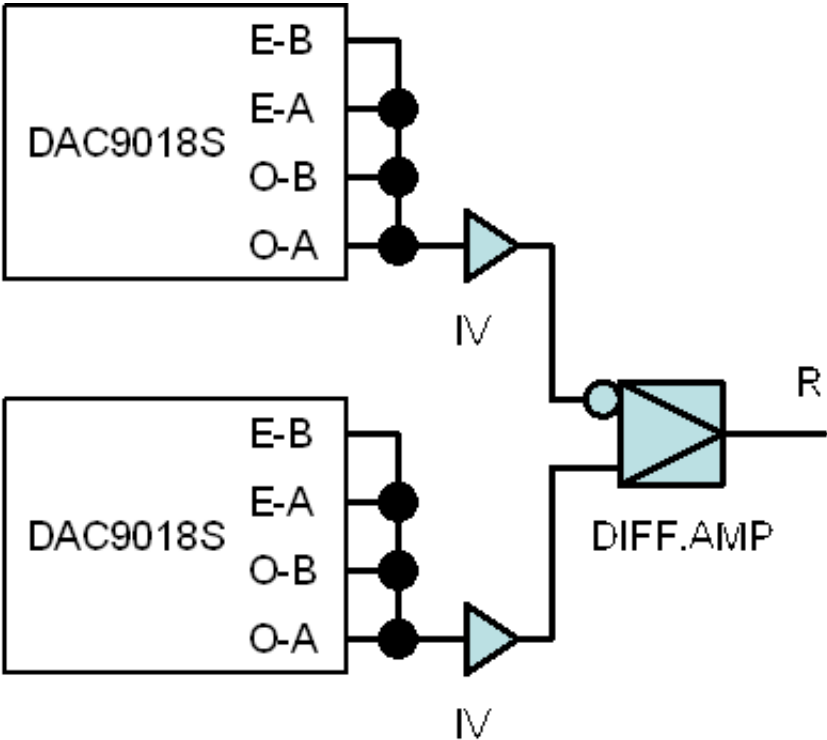
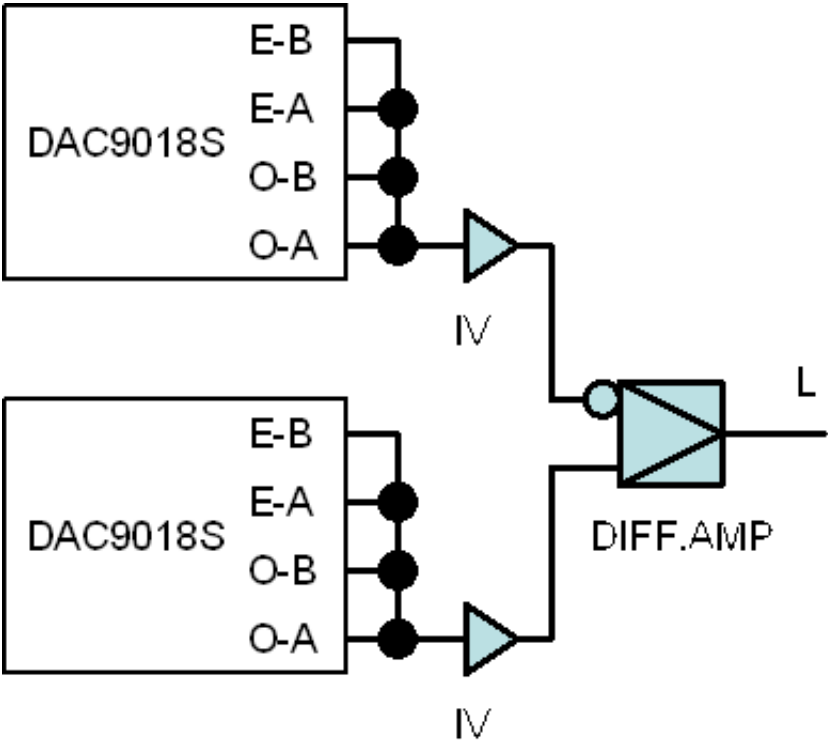
3. 4枚使用時の構成

これは大きくは2通り考えられます。
ひとつは下図のように2枚使用時の構成を単純にパラにする方法です。



4枚使用時の接続例1.

もうひとつは、1枚のDACを完全に正あるいは負に切り分けてIVして、その後に差動アンプに通す方法です。



4枚使用時の接続例2.

上記の接続例1, 2はそれぞれ長短所が考えられますが、すべての方法に対応できるようにモード設定を可能にしておいたほうが良さそうです。

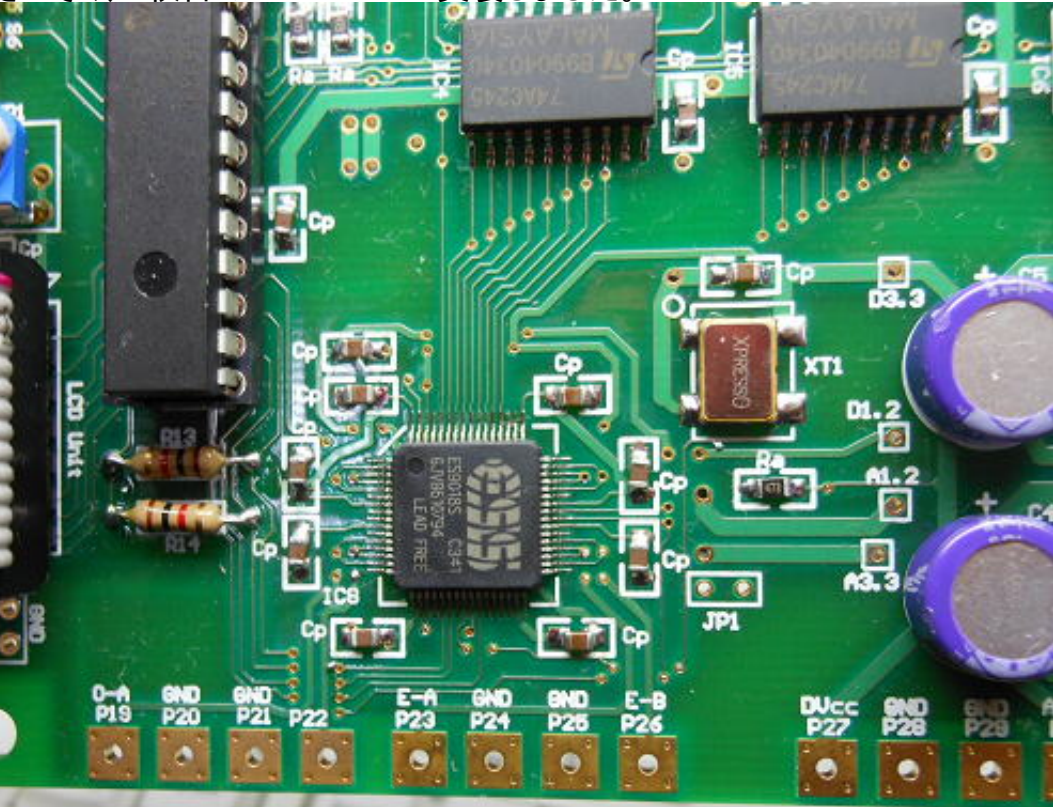
ということで、基板端子のモード設定を定義しなおしました。青字が追加点です。

基板端子	P11	パラメータ切り替え用PUSH-SW	
	P12	項目切り替え用PUSH-SW(UP)	
	P13	項目切り替え用PUSH-SW(DOWN)	必須ではない
	P15	通信用ポート	基板間を接続
モード設定	S1	MASTER/SLAVE切り替え 開放: MASTER 接続: SLAVE	
	S2	PHASE 切り替え 開放: NORMAL 接続: REVERSE	
	S3	DIFF/UNI 切り替え 開放: DIFF A,Bは逆位相で差動アンプで出力合成 接続: UNI A,Bは同位相	

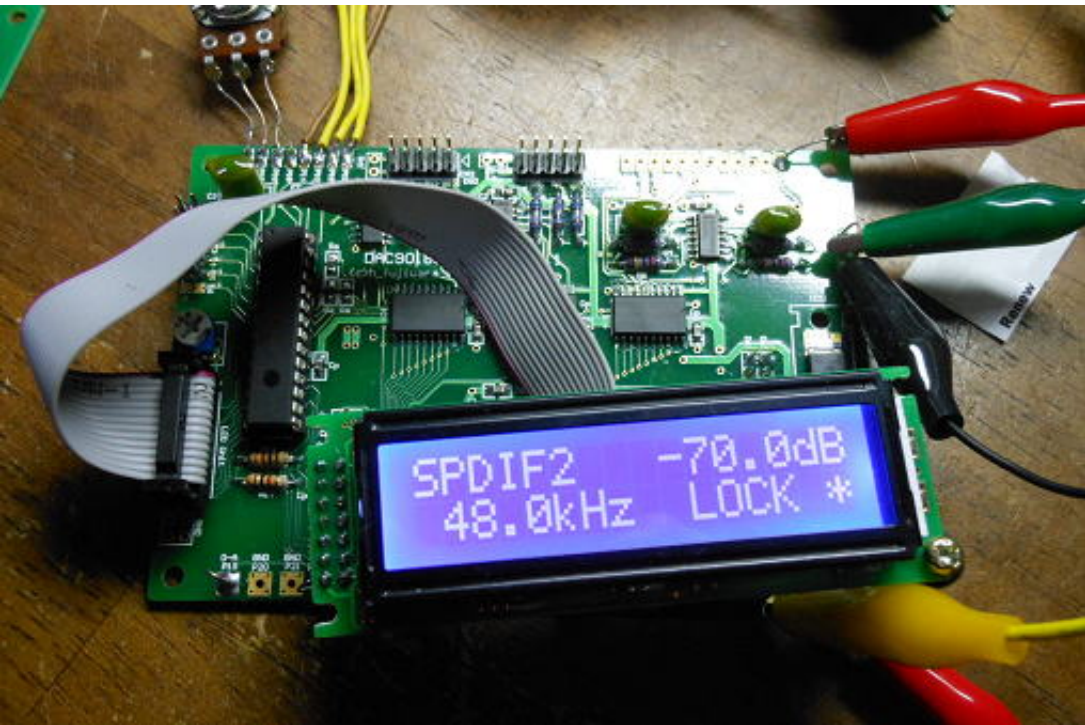
	S4	STEREO/MONO切り替え 開放: STEREO、接続: MONO	
	S5	LEFT/RIGHT切り替え 開放: LEFT、接続: RIGHT	S4接続のみ有効
	S6	MUTEリレー用端子	出力端子 (master時のみ)

作業再開！ 2012.1.14

追加で注文していたES9018Sが納品されました。
さっそく、2枚目のDAC9018Sに実装しました。



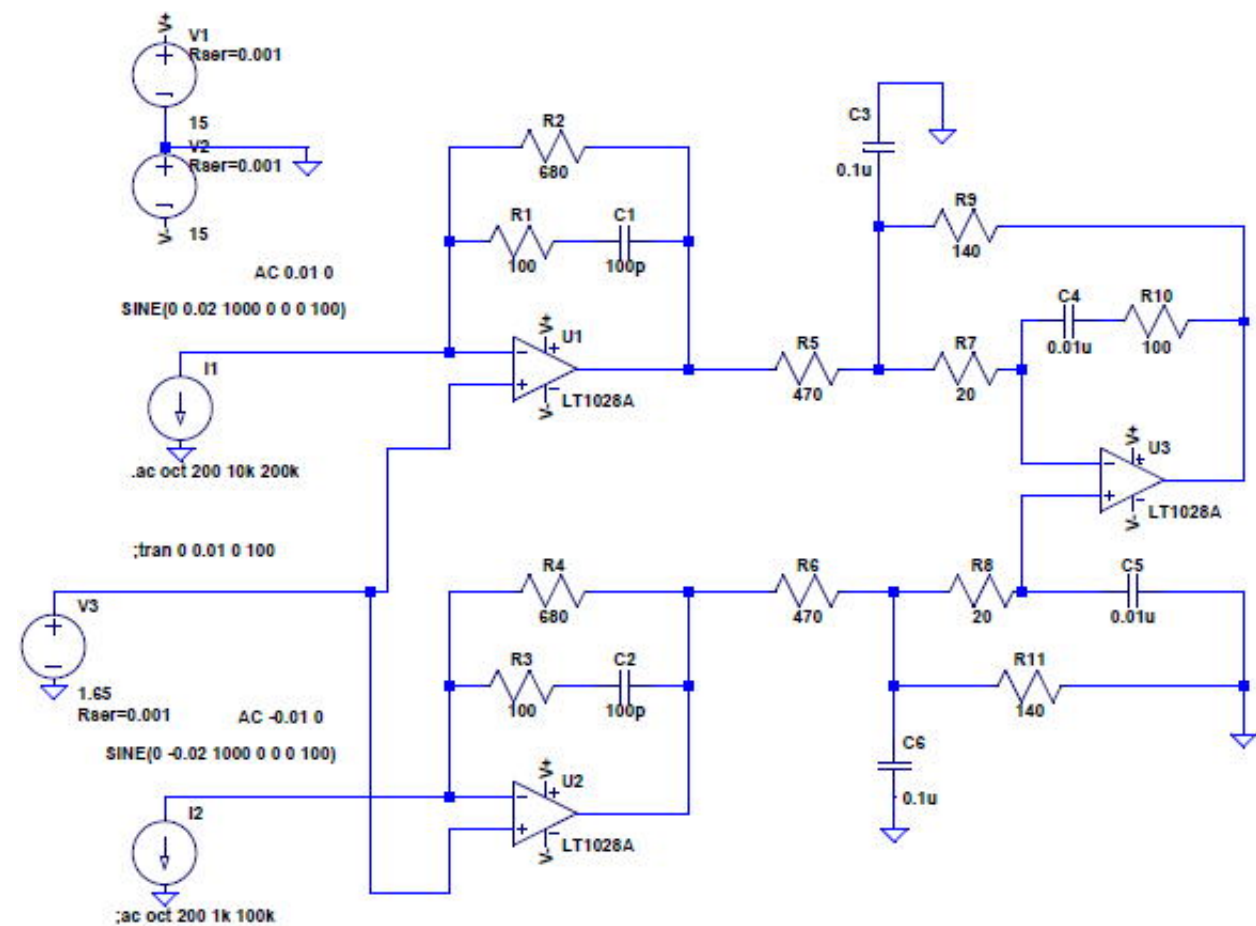
ようやくきたES9018Sを取り付けました。
ソフトは作成済みなので、動作確認をしました。無事に動きました。



2枚目のDAC9018Sも無事に動きました。

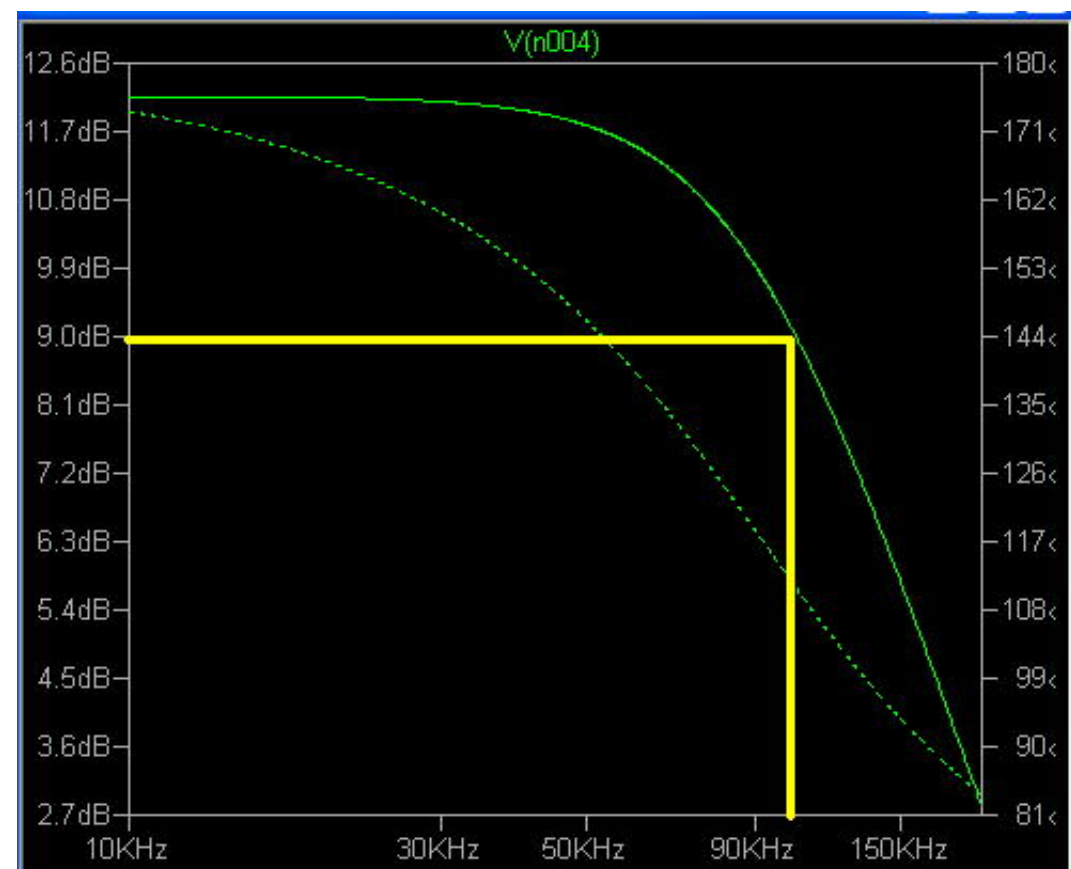
推奨のIV回路を作ってみる！

メーカー推奨のアナログ回路の特性ってどんなものかちょっと調べてみました。



メーカの推奨回路

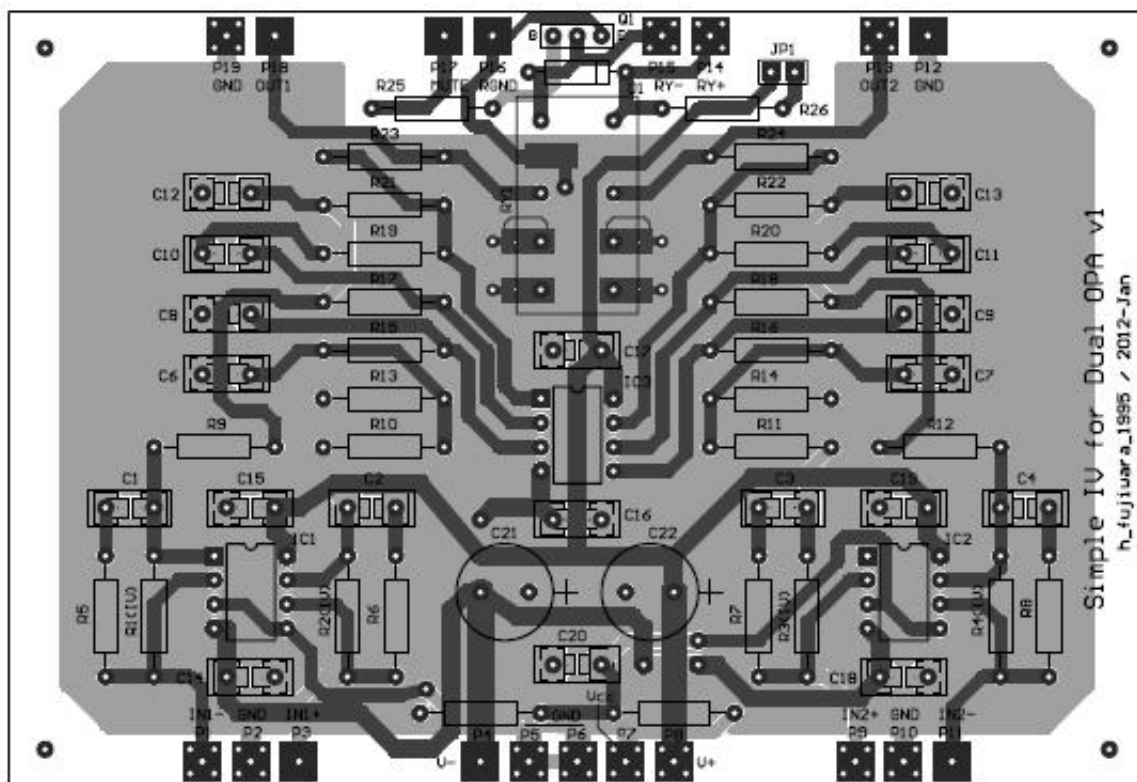
ローパスフィルターの特性を調べてみると、およそカットオフは100kHzに設定しているようです。かなり高めですね。DSDで受けることを想定しているのかもしれませんが。



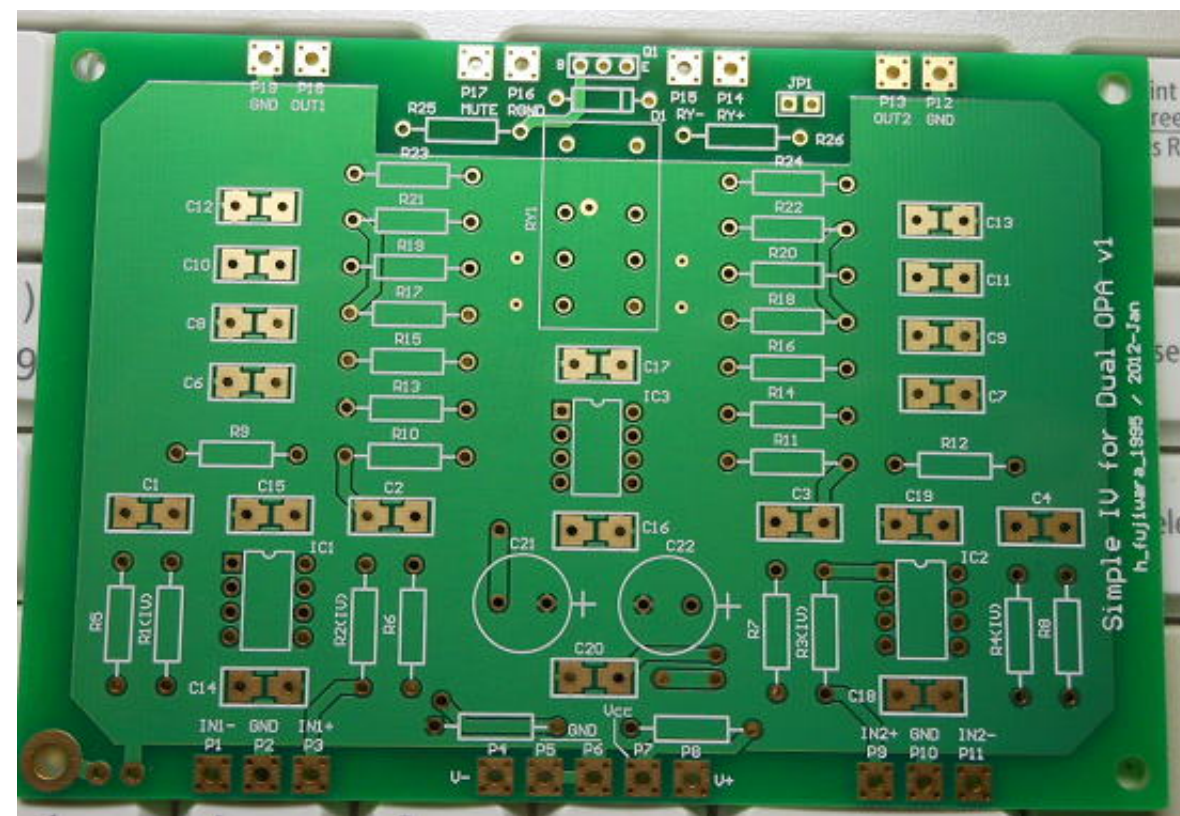
LPFのカットオフはおよそ100kHz

折角なので、作ってみましょう。DUAL のOPアンプを使用したシンプルなIV回路と差動合成にします。以前はシングルオペアンプをつかったIV基板をリリースしました。これは高性能なOPA627などを使用するのに適しているのですが、最近は何となくシングルのオペアンプが少ないような気がしています。

DUALにするとスペースに余裕ができるので、MUTE用のリレーも搭載できるようにしました。パターンを描く上で少しこだわったのが左右対称のレイアウトです。MUTE部分も無理やり左右対称の部品配置にしています(笑)。



パターンを書いてみました。



左右対称のパターンです。

つかって見たかったのは

すこし前に秋月で買ったMUSESのオペアンプがあったのですが、なかなか使用する機会がなかったのでこれを使って見ることにしましょう。

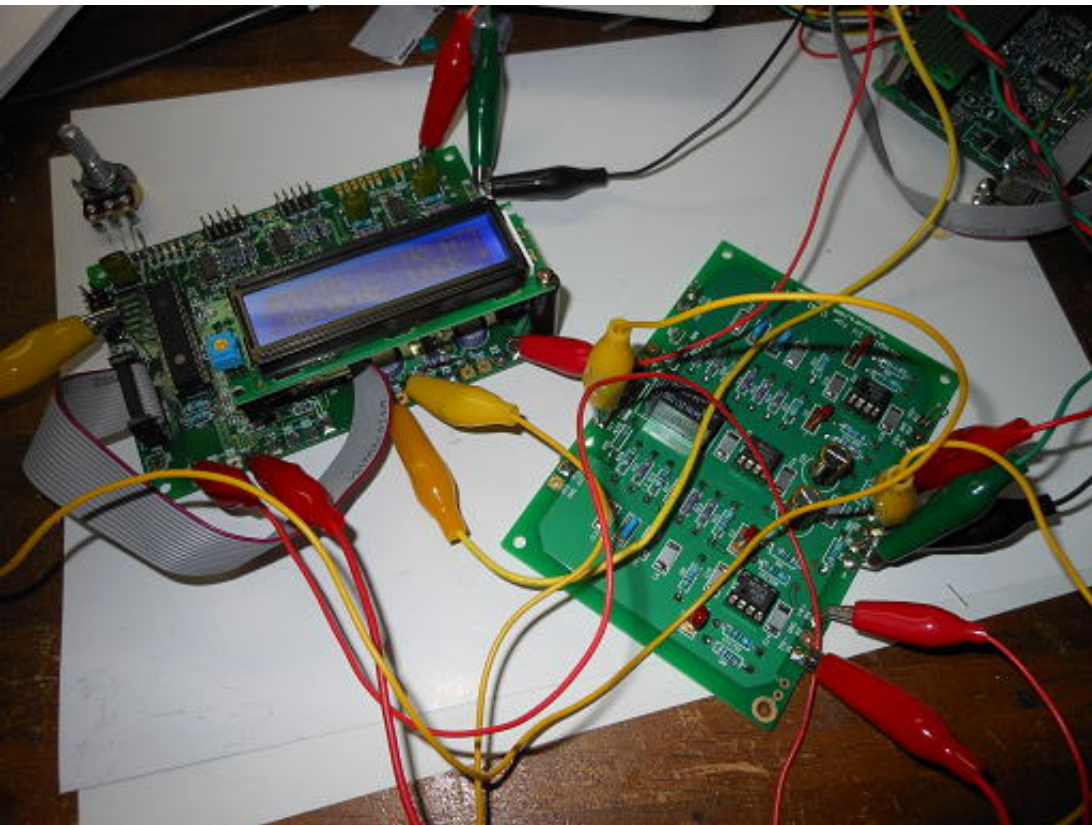


1個400円のオーディオ用のDUALオペアンプ

完成！あれ？トランジスタが1個ぬけています。

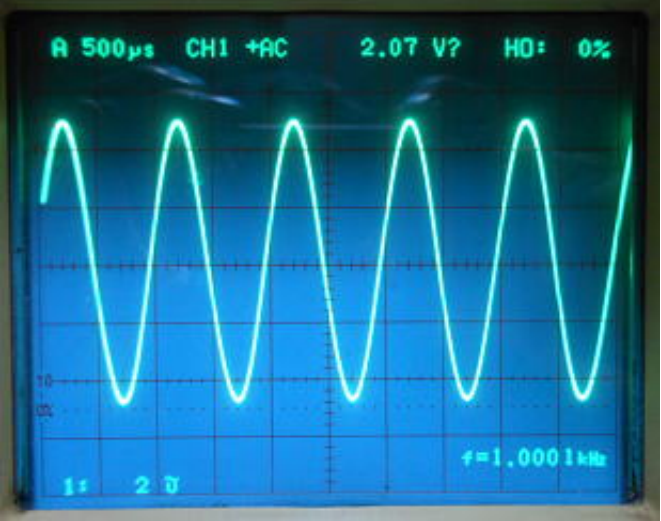
まずはDAC9018Sと接続して動作確認です。ステレオモードで使用しているので、IV抵抗値は680Ωにしています。みの虫クリップを一杯つくったので、すべてこれで仮配線ができました。これは本当に便利です。

まずはDAC9018Sと接続して動作確認です。ステレオモードで使用しているので、IV抵抗値は680Ωにしています。みの虫クリップを一杯つくったので、すべてこれで仮配線ができました。これは本当に便利です。



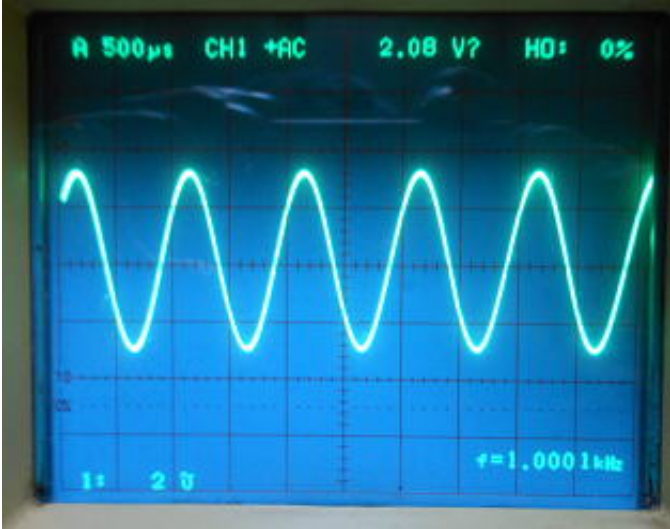
動作確認の様子。

まずはIVアンプの出側の出力ですが、振幅で5V程度(10Vpp)でています。かなり高いですね。モノラルモードで使用するなら、IV抵抗値はさらに半分の330Ωくらいがよさそうです。



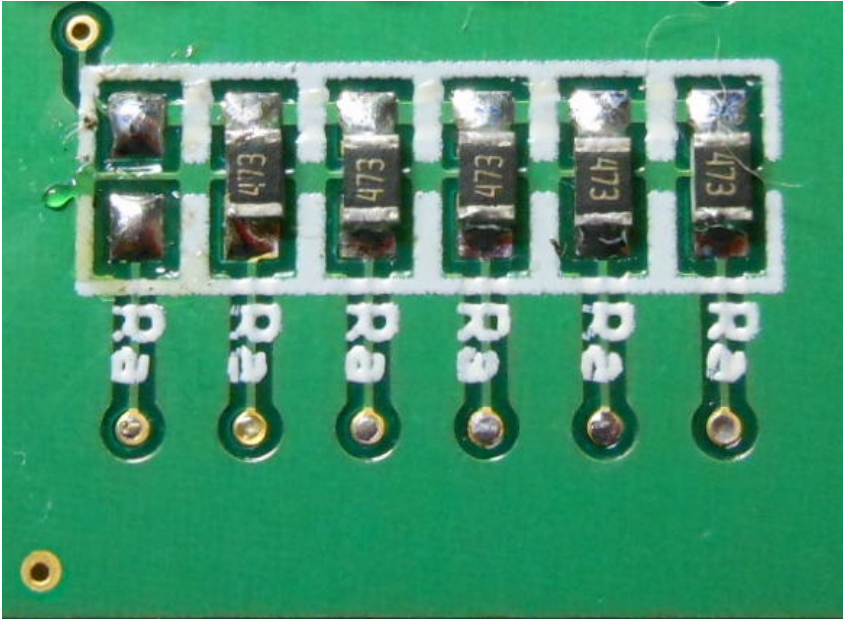
IVアンプの出力

差動合成後の出力は振幅3Vくらいですので、ちょうど2Vrmsになりいい感じです。



出力は2Vrmsくらい。

ついでにMUTE機能を確認してみました。
最初はノーマルでDAC9018Sと接続しましたが、電源ONの瞬間に一瞬ですがリレーが差動します。
これは、MUTE回路の出力がプルアップされているためで、マイコンが動作するまでの間に、MUTEリレーが動作をしてしまうことにあります。そのため、この部分のプルアップ抵抗をはずす必要があります。



MUTE機能をつかう場合、DAC9018Sの裏面の抵抗を1つはずします。

抵抗をはずすと、MUTEリレーは電源投入して所定時間後に動作することが確認できました。

試聴してみよう！

その前に……

IVアンプ部をOPアンプで受けて大丈夫かな？という疑問が沸いてきました。
というのも680ΩのIV抵抗値で出力が10Vもできるということは、オペアンプに流れる電流はステレオモードで
 $I = 10 / 680 = 0.015 = 15\text{mA}$
とまあかなり流れます。ただ15mAというのはほとんどのOPアンプのスペックとしては満たしているでしょう。
ただし、モノラル構成にすればこの倍の30mAが流れます。

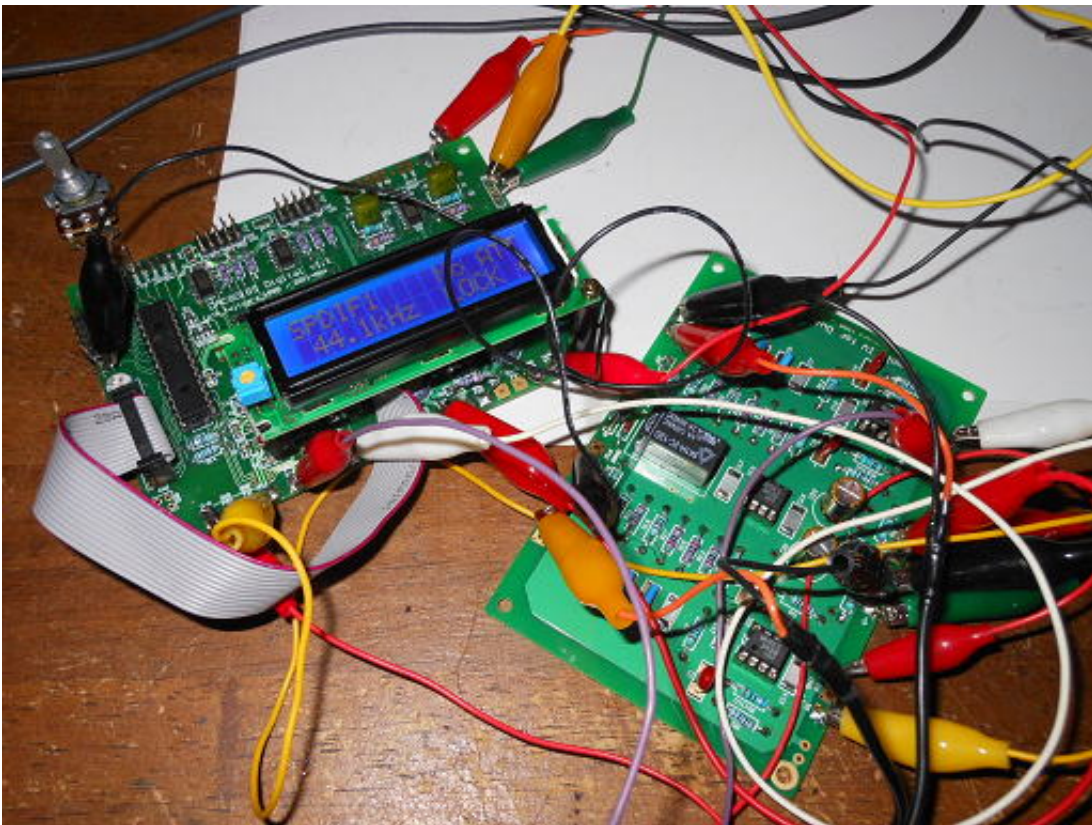
普通のOPアンプでは大丈夫だろうか？
ちょっとメジャーなOPアンプを調べてみました。

銘柄	最大出力電流	備考
OPA2134	35mA	安価だが個人的にはいい音だと思う。
4580	50mA	とても安価。中音域が元気。
OPA2604	35mA	ドライバーとしては結構有名。高電圧でつかえる。
OPA277	35mA？	あまり評判はよくないようだが、素直な音では？
OPA627	45mA	シングルだがOPアンプの王様の存在。

どれも30mAを超えていますが、余裕はあまりないのでモノで使うのが限界でしょう。
ES9018Sを2個つかってパラレルモノで使用するのにはOPアンプでのIVは無理のようです。
この場合はPOWER-IVの出番になりそうです。アキュフェーズもIV段はディスクリートで組んでいるのもそのためでしょう。

試聴のためのブラック配線！ 2012.1.15

配線もステレオ分になりますが、みの虫クリップは総動員です。もっと作っとかなくっちゃ。
さてさて、配線も完了したのでいよいよ試聴です。



バラック配線で試聴してみましょう！

とりだしたナンバーは大黒摩季！なぜかこのDACのときには摩季さんを聞きたくなってしまう。単に懐かしくなって、聞き込むだけかもしれませんが……。

たぶん音質はOPアンプのMUSES8820に依存するところだとおもいますが、なんかイメージとは違います。ものすごくスッキリ爽やか！そしてガンガンくる感じ。かなりES9018のキャラがでているような気がしますが、まだ部屋の温度が寒いからかな(爆)。

OPアンプをいろいろと変えると面白いだろうな～とおもいつつ、配線が立て込んでいるので交換は大変そうです。またの機会にしましょう。まずはCDを聞いて休日のひとときの休息です。でも、昼からは会社にいかないと仕事が溜まっている……

あ、一応オフセット電圧を測ってみると左右でそれぞれ3.5mVと6.5mVでした。意外と小さいですね。これなら大丈夫。DCカットのコンデンサは不要です。

ソフトも完成！ 2012.1.22

バグとりも完了・・・かな？

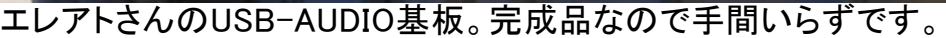


完成した(とおもわれのでネームをつけました)。

さて、モノラルモードで聞いてみましょう！

そうそう、

USBからDSD出力が出るよ、とksさんからエレアトさんのUSB AUDIOを教えてもらって、HPを覗いても在庫がなかったのであきらめていました。しかし、先日「出たよ」とまたメールをもらってすかさず入手しました。



さて、どうやったら動くのか、まずは説明書を探してよく読みましょう。
(読んでから買えって声が聞こえそうですが……)。

そういえば、 2012.1.28

DAC9018Sをモノラルモードでつかうと30mAの電流が流れるので、OPアンプではモノラル使用がほぼ限界に近いことは上で書きましたが、さらに気になることがありました。それはパッケージの温度です。通常のDIP (8p)は100°C/Wくらいの熱容量なので、どのくらいの温度があがるか簡単に試算してみましょう。

モノラル使用の場合。

30mAの電流が最大では流れますが、無音時および平均値はその約半分の15mAです。出力電圧は仮にゼロだとすると、電源電圧が15Vとして消費電流は $15V \times 15mA = 225mW$ です。DUAL OPオペアンプなので2回路ありますから、その倍の $225 \times 2 = 450mW$ になります。ということはパッケージの熱容量が $100^{\circ}C/W$

ですから**温度上昇は約45度**です。周辺温度が40度(ケース内だとすぐこのくらいになる)だとすると**ICの温度は85℃**になります。こりゃ、ICが壊れかねません……。無理かな？

もうすこし厳密に計算するとモノラル使用でIV抵抗値を330Ωにすると、電流15mA時では出力電圧は約5Vになります。

となれば消費電力は電源電圧が15Vのときで $(15-5) \times 0.015 = 150\text{mW}$ 。2回路で300mWになります。
そうすれば上昇温度は30℃ですから、周辺温度が40度だとしてICの温度は70℃。これならもつでしょう。
ただし、触ればかなり熱くなるので火傷に注意です。**放熱板をつけた方がいいかもしれません。**

ただ、これはDIPパッケージのことなので**SO-8などを表面実装部品**を変換基板などでとりつける場合はさらに注意が必要です。サイズの小さい部品は熱容量が小さいのでさらに温度があがります。SO-8だと150～200℃/Wくらいなので、温度上昇はDIPパッケージの2倍になるくらいを想定したほうがいいでしょう。モノラルでの使用は100℃に達するかも。これはICの動作温度をはるかに超えてしまい、破損の原因になりかねません。

結局のところ**モノラルで使用するならDIPパッケージ**を使用し、ステレオならSO-8パッケージでも使用可、というくらいの切り分けになりますね。

ということでSimple IV(Dual OPA版)をDAC9018Sの**モノラルモード**で使用する場合はかならずDIPタイプを使用し、
かつOPアンプの放熱に注意してくださいね。

USB AUDIOを動かしてみよう！ 2012.1.29

さて元にもどって、エレアトさんのUSB-AUDIOを、まずはベーシックにセルフパワーで動かしてみましょう。

JP3:接続 セルフパワーモードです。
JP1:開放 JP4:接続 よくわかりませんがClass1モードです。

設定を確認してUSBケーブルを接続！わくわく・・・



動かして見ましょう！

そしてソフトはPlayAudio v1.4を起動します。
適当なWAVファイルをつくっておいて、これを再生してみましょう。

あれ？

なんかFX2LPデバイスがないっていつてる。なにかドライバー必要なのかな？



しょっぱなでこけてしまいました。

USBデバイスとして認識されているか確認してみましょう！

デバイスマネージャーで確認してみると、USBオーディオデバイスとして認識されています。
やっぱりなんかのドライバーソフトいるのかな？

接続は大丈夫そうです。

もっとよく説明書読んでみましょう！

どうやらclass1でつかうにはファームウェアの書き換えが必要なようです。
 まずがwindows PCにバルク転送用のドライバを入れる必要があるようです。

まずはclass1のファームウェアに書き換え完了(したはず)。
マニュアルには数分かかると書いてありましたが、1分もかからず書き換えは終了しました。

でも、症状はかわらない……

あいかわらずFX2LPデバイスが見つからないっていつてきます。
WindowsXPではだめなのかな～？
なにはともあれ色々と試してみましょう。

「バルク転送モード」にすると動き出しました。

JP1: 接続、JP3: 開放で起動させると、AudioPlayでエラーが出なくなりました。動き出したようです。これで一安心かな。PCに詳しくないと、色々と苦労します(笑)。

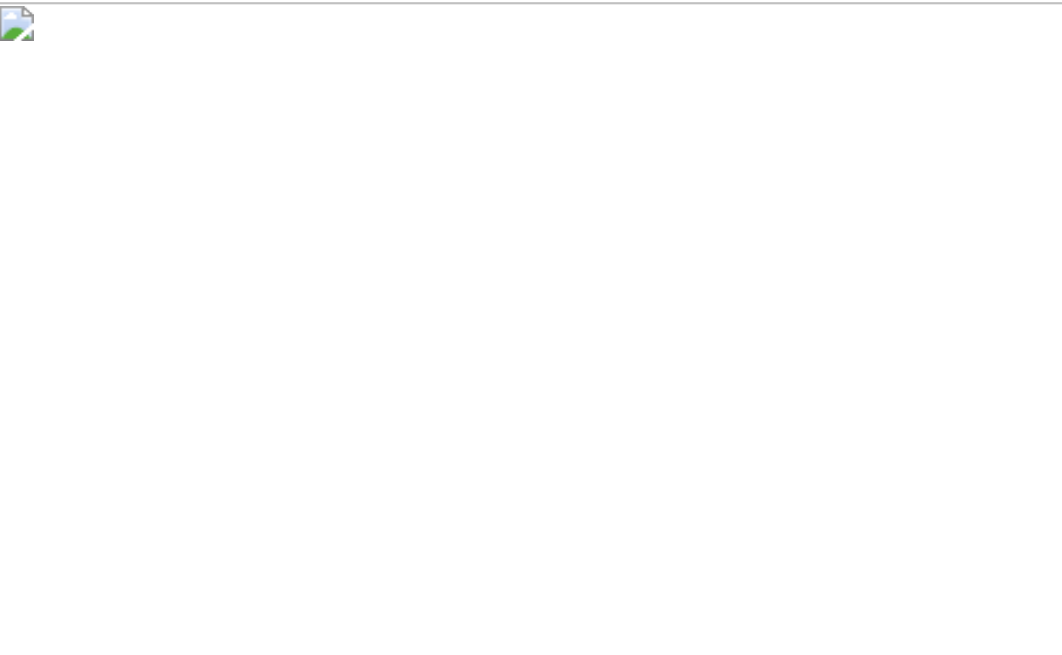
DSDで動かしてみましょう！

ではUSB-AUDIOとDAC9018SとDSDで接続して動かしてみましょう！
接続は簡単です。USB-AUDIOはP6、DAC9018SはCN2を使用して接続します。

下表が接続表です。

[illegible]

USB-AUDIO (P6)		DAC9018S(CN2)
PIN2(DSDCLK)	→	PIN5(BCK)
PIN3(DATA-L)	→	PIN1(DATA-L)
PIN4(DATA-R)	→	PIN3(DATA-R)
PIN7(GND)	→	PIN2,4,6(GND)



こんな感じで接続しています。USB-AUDIOはセルフパワーで動作しています。



DSD入力時の表示。5645kHzなのでDSD128再生です。

DSDファイルを作成するには・・・

KORGのオーディオゲート(AudioGate)というソフトを使用しました。
下記からダウンロードできます。
<http://www.korguser.net/audiogate/jp/download.html>

ただしコルグMRシリーズを持っていないと、ソフトの動作時に無理やりツイートさせられます。
まあ、そのくらいは我慢かな。私もツイッターのアカウントがないので、作ってしまいました。

音楽CDからDSDファイルに変換できますが、かなりフィル容量が大きくなります。
DSD128だと5分の音楽データ(cda)が400MBにもなってしまいます。
こりゃ、1枚のCDをDSDファイルにすると4GBになりそうです。
ただしDSD64にすれば2GBにはなりますが、最近HDDが安いので折角なのでDSD128に変換しましょう。

またまた大黒マキさんのCDをDSDファイルに変換しました。
再生すると、DAC9018Sから音楽信号がでてきましたので、無事に動作しているようです。



再生も大丈夫のようです。

再度バラックで組みたててみて試聴してみました。
いい感じでなりますね。

構成は
USB-AUDIO → DAC9018S(FFDAC-ROM)→SImple IV(DUAL OPA版)
です。



またまたこれでマキさんを聞いています。

DSD出力が、これだけ簡単にだせるようになったElectrArtさんに感謝です。

[ES9018SでDSDシフトパラは実現するか？の巻](#)きに続きます。
(どんどんつづく)