

White Paper No.10

4 象限高速バイポーラ電源と電気システムのリップル電圧

1 はじめに

自動車のエレクトロニクス化が進み、電気シートヒーター、インフォテインメントシステムやエンジンの電気システムを制御するさまざまなユニットが一般的になってきています。それらの電気・電子部品が安全に動作していることは、LV124, VDA320, LV123 や VW80300 などのさまざまな標準規格や各社の基準に従って試験されています。

正弦波の交流電圧も自動車の電気システムの供給電圧に重畳され、テスト対象がリップル電圧による干渉を受けないようにします。標準規格によれば、周波数範囲は 10 Hz から 200kHz で、振幅は $32V_{pp}$ となっています。DC 電源では、この高速信号処理の要求に対して満足できるものではありません。

HUBERT 社の 4 象限高速バイポーラ電源は、これらのアプリケーションに最も適したアンプシステムです。

以下の章で、自動車メーカーの基準である VDA320 と VW80300 から、試験システムの構築と試験の例を挙げます。ここでの目的は、特にリアクタンス負荷に対する、4 象限高速バイポーラ電源の過渡特性とパフォーマンスを示すことにあります。これらには一般的な DC-DC コンバータも含まれます。必要なテストサイクル数、定義、およびテスト対象のデバイス (DUT) については、ここでは考慮しません。

要求される電圧源は 6kW の 4 象限高速バイポーラ電源 A1500-70-16 または A1110-40-QE を使用し、テスト信号は標準的な任意信号発生器を使用します。

2 VDA 320 E-05

このテストでは、4象限高速バイポーラ電源は DUT に対して DC 電源として動作し、要求される AC 電圧を重畳します。

テスト電圧の定義は：

$V_{F1} = 6V_{pp}$, $F1 : 15Hz - 30kHz$

$U_{F2} = 2V_{pp}$, $F2 : 30kHz - 200kHz$

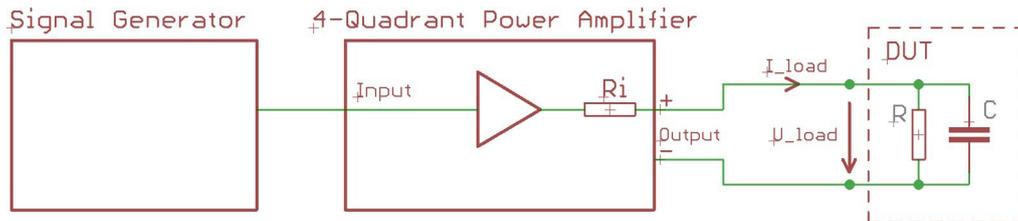


図 1：試験構成

図 1 は、コンデンサと抵抗の等価回路で示される容量性負荷の試験システムの構成です。

この試験システムの構成例：

パワーアンプ：HUBERT A1500-70-16

$U_{dc} = 48V$, $R_i = 50m\Omega$, $R = 1\Omega$, $C = 7000\mu F$

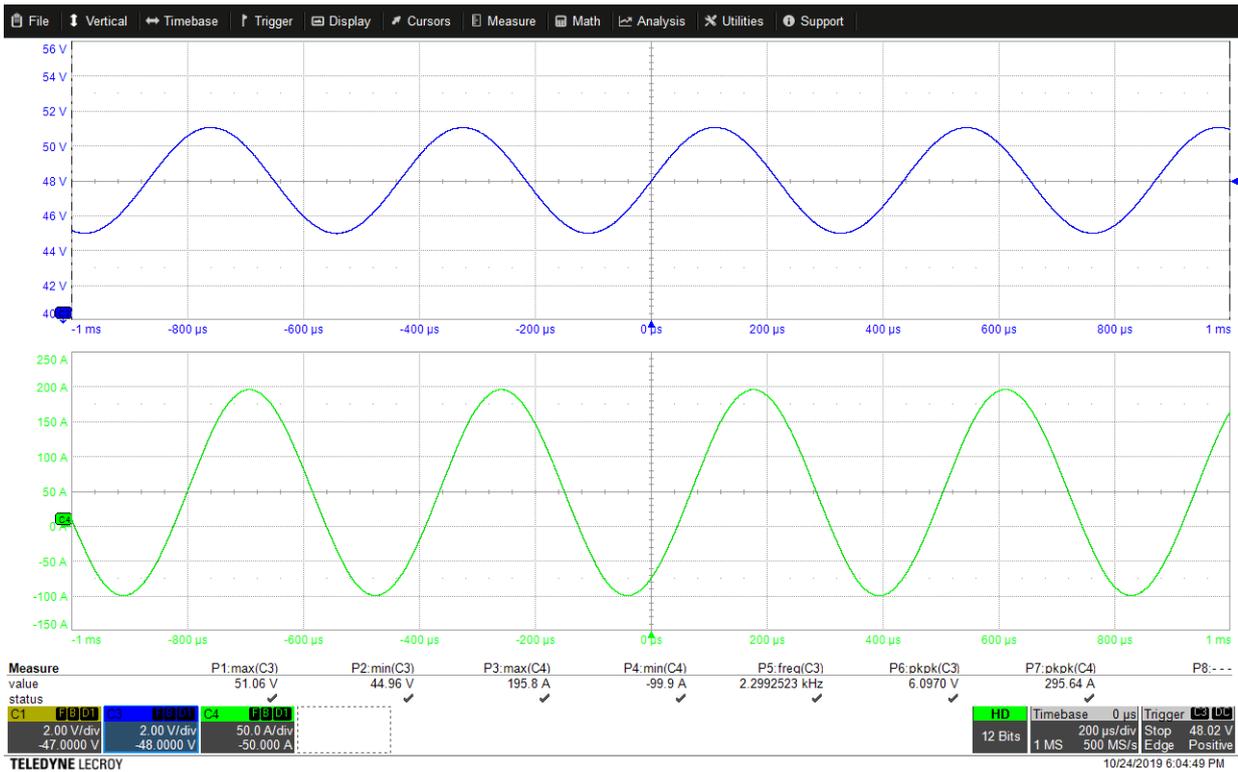


図 2 : C3 : U_{mon}、C4 : I_{mon}

図 2 は、4 象限アンプシステムの性能要件を示しています。一方では、高い（リップル）ソース電流が必要であり、ここでは、2.3kHz で 200A_p です。他方では、正電圧において大電流（-100A_p）がシンクされていなければなりません。ここでは、アンプシステムの第 4 象限での性能に注目します。

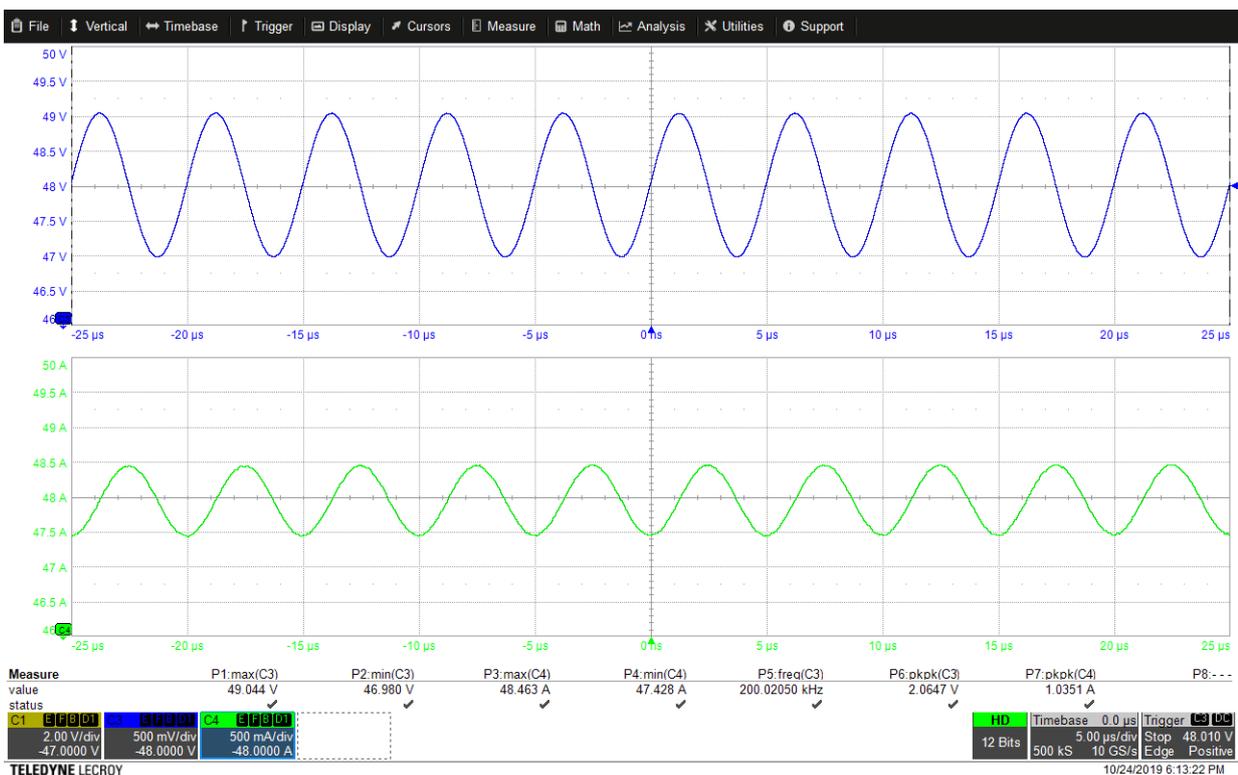


図 3 : C3 : U_{mon}、C4 : I_{mon}

図3では200kHzにおいてもリップル電圧はアンプシステムにとっては問題にはならず、良好な結果を得ています。当然のことながら、ラインインダクタンスとコンデンサのESRにより、この周波数ではリップル電流は大幅に小さくなります。

3 VW80300 EHV-09

高電圧レンジでの試験には、特定の課題があります。次の章で、2種類の試験システムの構成を紹介します。重畳された交流電圧に必要な振幅は周波数依存性があります。表1は450V オンボード電源システムの概要を示しています。

周波数	V_{HV}
10Hz - 1kHz	12V _{pp}
1kHz - 5kHz	12V _{pp} ~ 24V _{pp} (周波数のログスケール)
5kHz - 40kHz	24V _{pp}
40kHz - 50kHz	24V _{pp} ~ 8V _{pp} (周波数のログスケール)
50kHz - 150kHz	8V _{pp}

表 1

3.1 カップリングトランス

AC 電圧をカップリングするための一般的な方法は、AC アンプによって供給される DC 電流量と高帯域幅を持つトランスを使用することです。4 象限高速バイポーラ電源はリップル源として利用されま

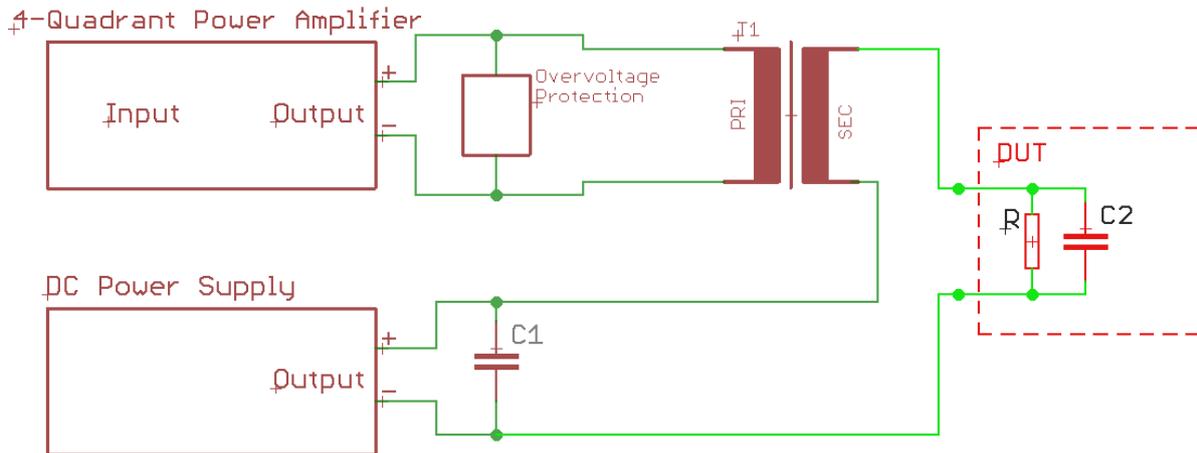


図 4 : DC 電源+AC 電源+カップリングトランス

この試験システムの構成例：

$U_{dc}=400\text{ V}$, $C1=100\text{ }\mu\text{F}/1\text{ kV}$,
 $R=100\text{ }\Omega$, $C2=7.5\text{ }\mu\text{F}/1.2\text{ kV}$

2 種類のトランスが利用可能：

‘classic’ T1-A : $L_s=1\text{ mH}$, $L_p=4\text{ mH}$, $I_{\text{max}}=50\text{ Adc}$

‘new one’ T1-B : $L_s=20\text{ uH}$, $L_p=80\text{ uH}$, $I_{\text{max}}=50\text{ Adc}$

4 象限高速バイポーラ電源 : HUBERT A1110-40-QE

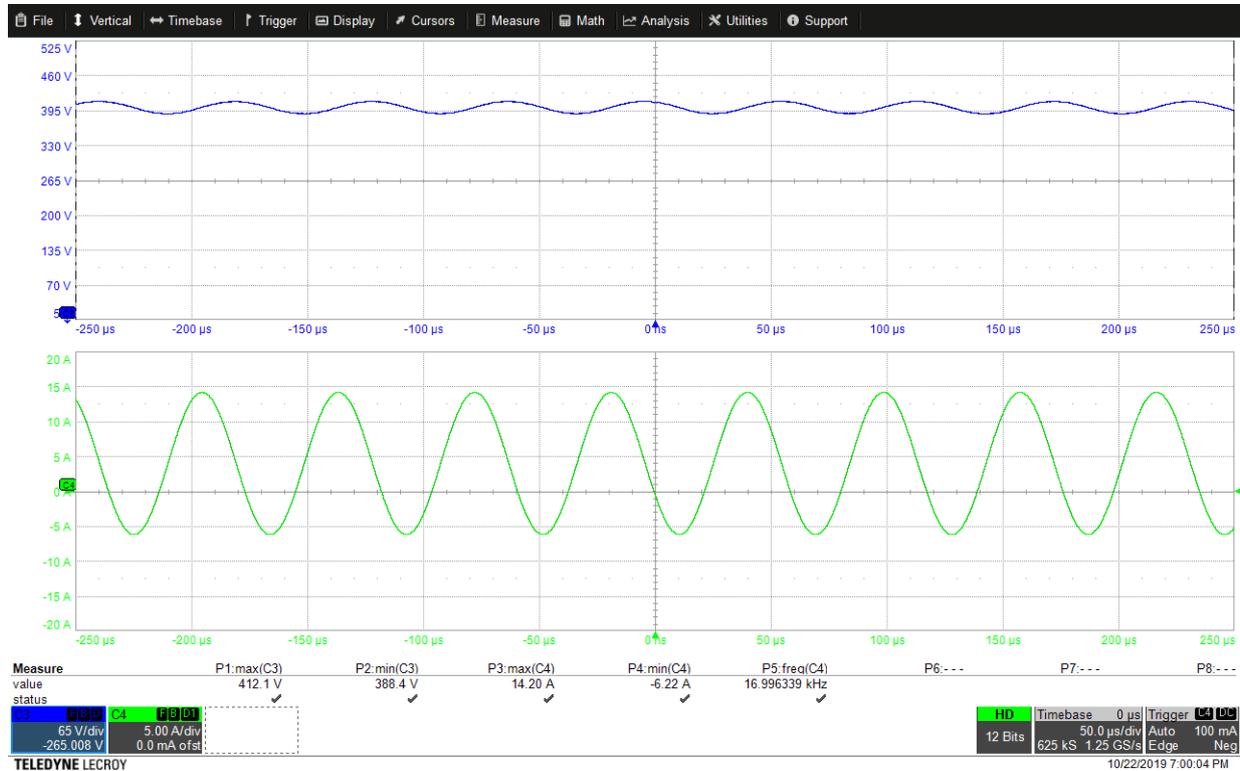


図 5 : C3 : U_{load}, C4 : I_{load}, T1-A

図 5 は、17kHz における負荷電圧と負荷電流の時間経過を示しています。要求されたリップル電圧 24V_{pp} はトランス T1-A によりカップリングされています。負荷電流の位相は進んでいるので容量性の負荷を含んでいることを意味します。

4 象限パワーアンプは誘導性負荷に有効です。実際の測定には、4 象限全てのパフォーマンスデータを考慮する必要があります (White Paper No.1 : HUBERT 4 象限高速バイポーラ電源を参照)

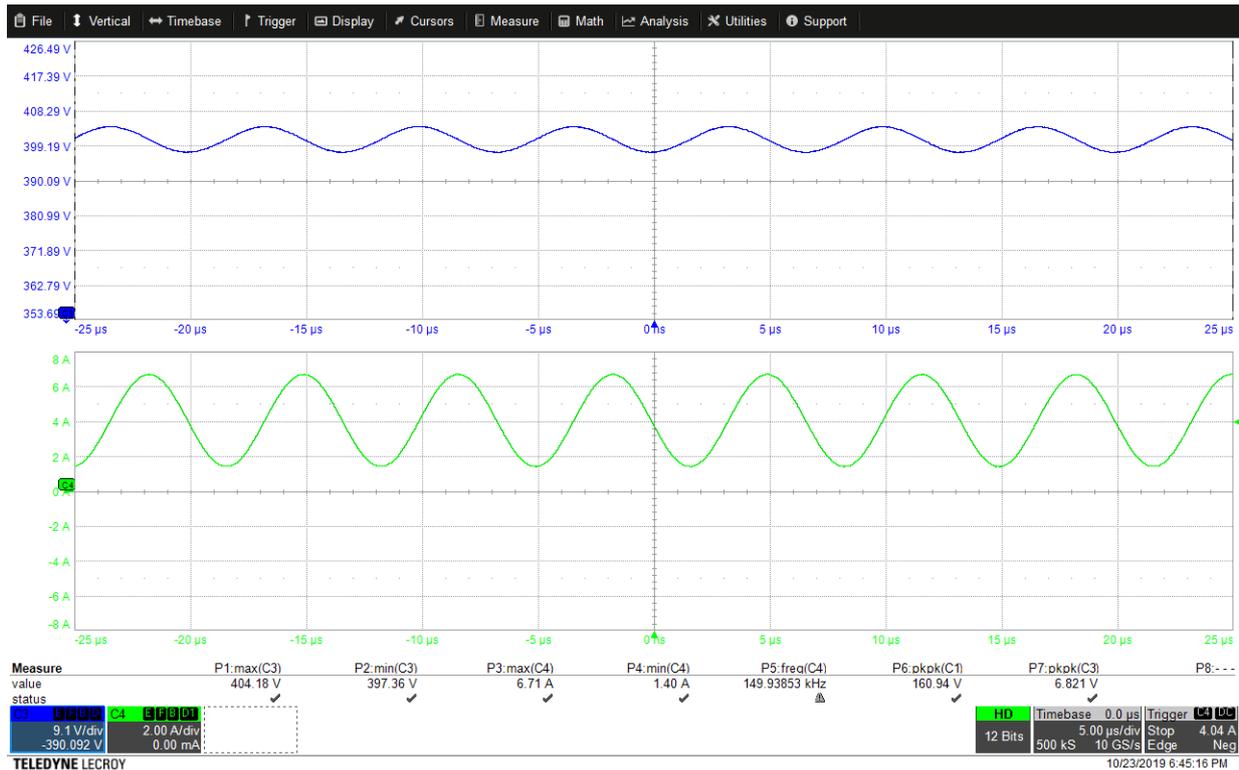


図 6 : C3 : U_load, C4 : I_load, T1-A

しかしながら、150kHz では要求されたリップル電圧 $8V_{pp}$ は出ていません。AC アンプは既に最大出力電圧 $160V_{pp}$ を出力しています。ここで、一般的なトランスの特性（出カインピーダンスの周波数依存性等）が作用し、信号処理に悪影響を及ぼします。電流は、ケーブル全体の影響を含めて、誘導性であり、テストシステムの構成はさまざまな周波数に依存する共振点を持っています。

高い帯域幅を持つトランス T1-B での電圧カップリングは、よりよい効果が期待できます。

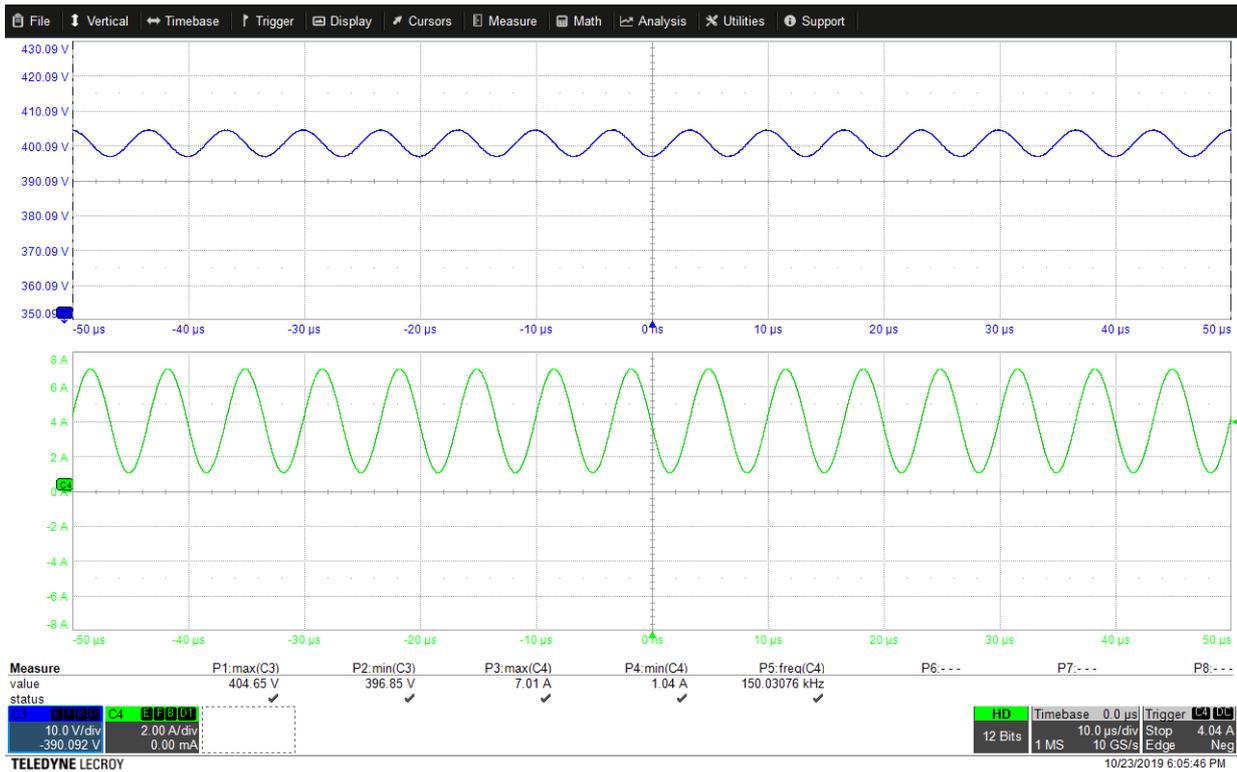


図 7 : C3 : U_load, C4 : I_load, T1-A

図 7 は 150kHz で要求されたリップル電圧 ($8V_{pp}$) が実現され、AC アンプは $100V_{pp}$ (図 8, C1) であることを示しています。

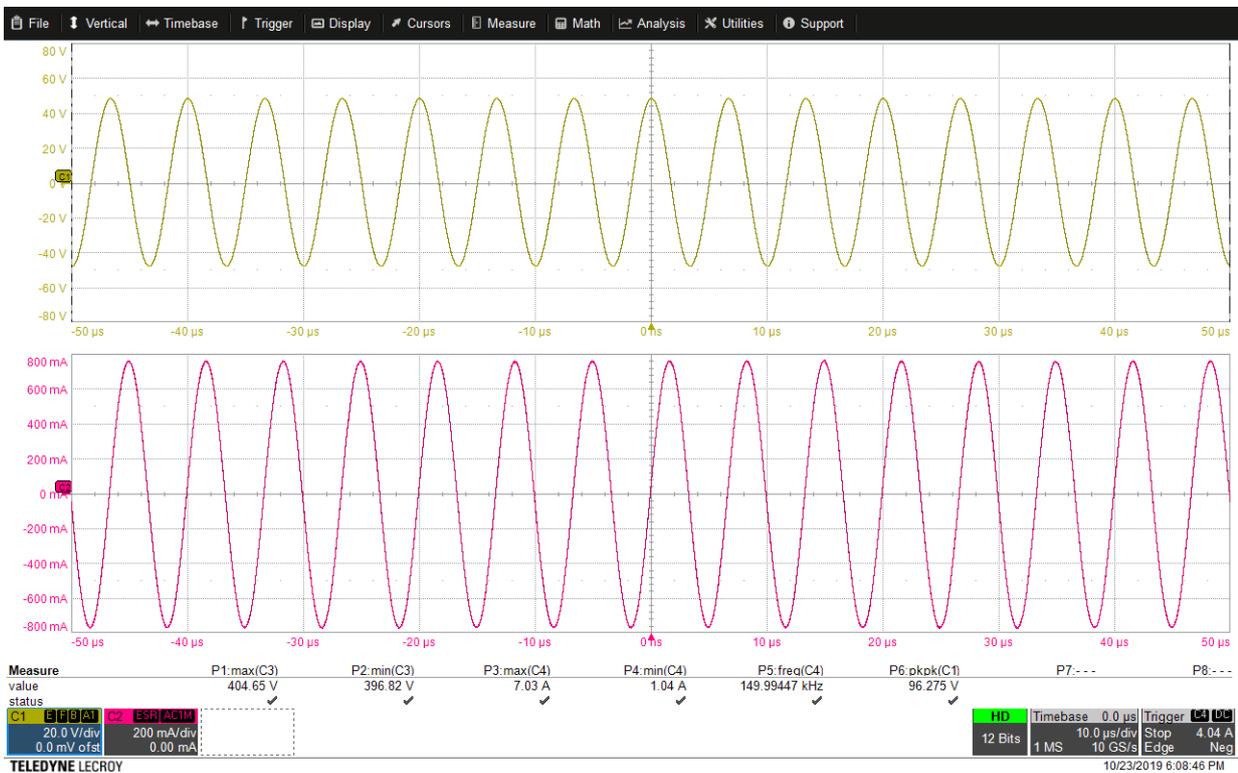


図 8 : A1110-40-QE, C1 : U_mon, C4 : I_mon, T1-B

結論としては、” 2 種類のカップリングトランス”、周波数帯域 15Hz からおよそ 5kHz まではトランス T1-A、5kHz から 150kHz まではトランス T1-B、を使用すると広帯域の交流電圧をカップリングする場合に有効です。

3.2 AC 電源と DC 電源を直列接続 (AC 信号に DC バイアス)

交流電圧を高電圧の車載電気システムにカップリングするもう一方の方法は、DC 電源と AC 電源を直列に接続する方法です。図 9 は試験システムの構成を示しています。この例では DC 電源は要求された DC 電圧を DUT に供給し、直列に接続されたパワーアンプは AC 電圧 (AC 電源) を供給します。この図は AC 電源と DC 電源の直列接続の概念図です。ここで重要なことは、電源のガルバニック絶縁とパワーアンプの出力での過電圧に対する保護です。リップル電流はコンデンサ C1 により DC 電源のバイパスになります。

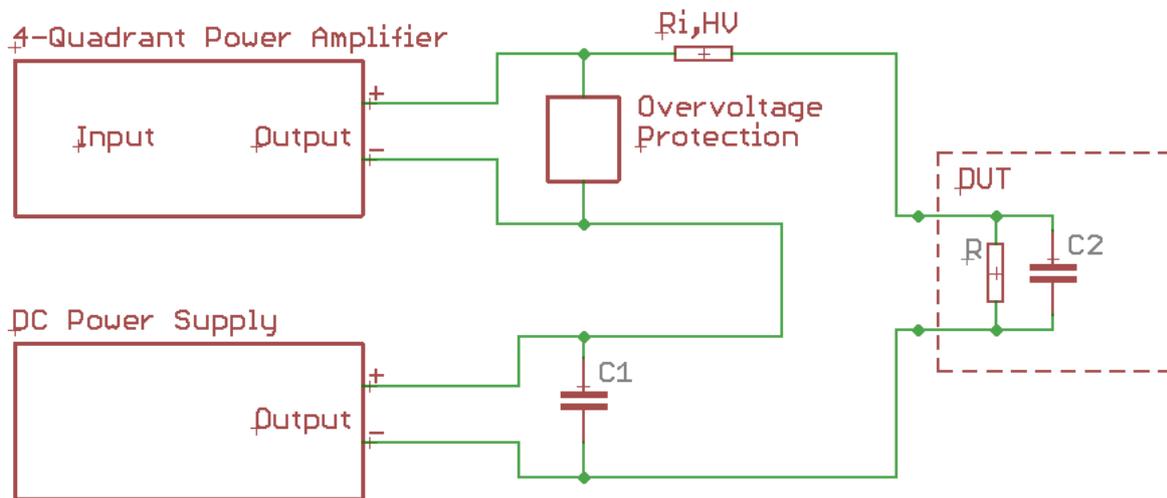


図 9： AC 電源と DC 電源を直列接続

このテストシステムの構成例：

$U_{dc} = 400V$, $C1 = 100\mu F/1kV$

$R = 100\Omega$, $C2 = 7.5\mu F/1.2kV$

4 象限高速バイポーラ電源：HUBERT A1500-70-16

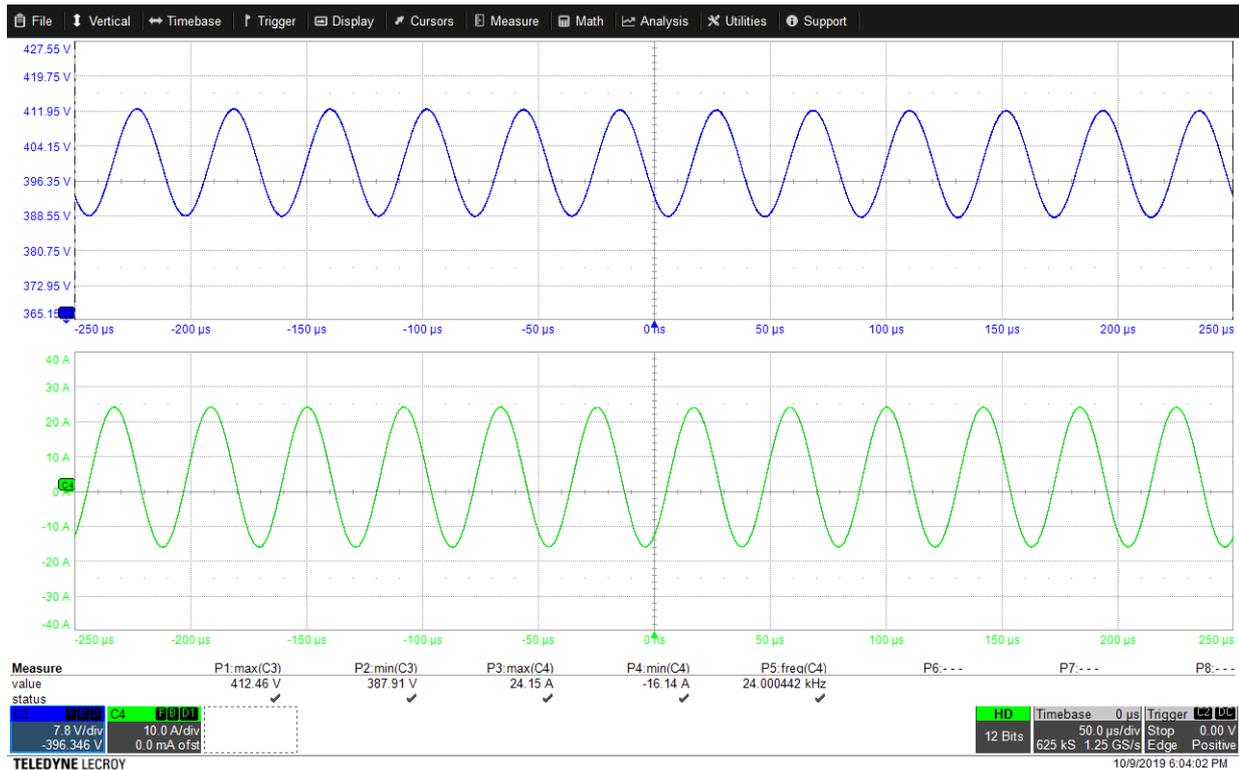


図 10 : C3 : U_{load}, C4 : I_{load}

図 10 は DUT での 24kHz における電圧と電流の時間変化を示しています。この周波数において最大リップル電流となります。ここでは負荷電流の極性反転が大きく、AC 電源でのソースとシンクの切り替えが起きています。つまり、パワーアンプの第 4 象限（正の出力電圧と負の出力電流）における性能が要求されます。

原則として、4 象限パワーアンプに対する要件は 3.2 章での要件と同じです。ここでの違いは DUT の動作電圧を上げるため DC 電源が直列に接続されており、このため、AC 電源が直流電流を通さなければならないという事です。しかしながら、この例では出力電圧は低いので、アンプのシステムを設計する際には、出力電圧に対する出力電流の関係を詳しく調べる必要があります。典型的なカップリングトランスを用いたテストシステムの構成に対して、DC 電源と AC 電源を直列に接続する利点は、それぞれが自立して動作できることです。さらに、飽和、漏れインダクタンス、周波数に依存する出力インピーダンスなどのトランスの一般的な特性を考慮する必要はありません。

ただし AC 電源のガルバニック絶縁と過電圧保護は必須です。

4 まとめ

自動車の電気・電子部品の試験に対して、車両電気システムの電圧リップルをシミュレーションするために高速な電源が必要とされます。各種規格で要求される試験信号は、試験システムに高い性能を要求します。

どのアンプまたはアンプシステムを使用するかは（White Paper No.6：より多くの電圧とより多くの電流を参照）、まず第4象限における要求される電力で決まり、要求される負荷電流とリップル電流に依存します。

試験システムの構築について、弊社までお気軽にお問い合わせください。



注意 正しくお使いいただくため、ご使用前に必ず「取扱説明書」の中の「安全上のご注意」をよくお読みください。
 (水、湿気、湯気、ほこり、油煙等の多い場所)に設置しないでください。(火災、感電、故障)などの原因となることがあります。

お願い: 本カタログの最新情報は、当社のホームページでご確認いただくようお願い申し上げます。

お客様フリーダイヤル 受付時間 土日祝日を除く営業日の9:00～12:00/13:00～17:00

技術的なお問い合わせ **0120-102-389**
 E-mail : info-tme@iwatsu.co.jp

修理・校正に関するお問い合わせ **0120-086-102**
 岩崎マニュファクチャリング株式会社
 〒965-0859 福島県会津若松市住吉町23-7 FAX 0242-26-4348

- 本製品の中には外国為替及び外国貿易法の規定により規制貨物(又は技術)に該当する製品があり、該当する製品を輸出する場合は日本政府の輸出許可が必要です。該当する製品が否かについては本社又は営業所にお問い合わせください。
- 製品改良等により、外觀および性能の一部を予告なく変更することがあります。
- 取扱説明書の追加および検査成績書は有償にて申し受けます。
- お問い合わせは、下記営業担当部門等または取扱店へどうぞ。
- ここに記載しました内容は2019年6月現在のものです。
- 価格は変更の可能性があります。ご注文の際にはご確認を頂きますようお願い申し上げます。
- ※ 製品を廃棄する場合には、法律ならびに地方自治体の条例・規則に従って廃棄してください。
- ※ 社名、商品名等は各社の商標または登録商標です。
- ※ 在庫廃止後廃止製品につきましてはご面倒ですが必ず担当営業員にご確認ください。

● ご相談/お問い合わせは

IWATSU

岩崎通信機株式会社 URL : <http://www.itl.iwatsu.co.jp/>

第二営業部 計測営業担当	〒168-8501 東京都杉並区久我山1-7-41 TEL 03-5370-5474 FAX 03-5370-5492
第二営業部 アカウント営業担当	〒168-8501 東京都杉並区久我山1-7-41 TEL 03-5370-5474 FAX 03-5370-5492
第二営業部 国際営業担当	〒168-8501 東京都杉並区久我山1-7-41 TEL 03-5370-5483 FAX 03-5370-5492
西日本支店 計測営業担当	〒550-0005 大阪府大阪市西区西本町2-3-6 山岡ビル1F TEL 06-6535-9200 FAX 06-6535-9215