



Environmental Potentials' EP-2000 POWER SYSTEM STUDIES

電力の調査

Section 1: Comparison Testing 480V Delta
with Updated dv/dt Review

Section 2: Noise Reduction Field Study
480V Delta



Performed by:
Electrical Systems Analysis Inc.
Chris Duffey & Gary Larkins

電力の調査

比較テスト

機種

Environmental Potentials EP-2000

プレミアム・フィルタ1 (Cutler Hammer CVL80)

プレミアム・フィルタ2 (Psytronics 480 V3)

Environmental Potentials 社宛



カーソン市(ネバダ州)

2002年6月

報告者

Electrical Systems Analysis, Inc.
Clackamas, OR

Report By: Chris Duffey
Gary Larkins

目次

目次.....	3
1.0 要約.....	4
1.1 序論と範囲.....	4
1.2 結果.....	4
2.0 序論.....	6
2.1 テスト範囲.....	6
2.2 テスト設備.....	7
2.3 サージテストの手順.....	8
2.4 ノイズアプリケーションテスト手順.....	8
3.0 テスト結果.....	9
3.1 序論.....	9
3.2 電圧表とコメント.....	9
3.3 コンビネーション波形の dv/dt テーブルへのコメント.....	12
3.4 測定サージ波とコメント.....	13
3.4.1 A1 基本 リングウェーブ.....	13
3.4.2 A1 基本波形のピーク時に適用した A1 リング波形.....	14
3.4.3 基本波形のゼロクロスで適用された A1 リング波形.....	15
3.4.4 基本波の負のピークで適用された A1 リング波形.....	16
3.4.5 B3 基本リングウェーブ.....	17
3.4.6 基本波のピーク時に適用された B3 リング波形.....	18
3.4.7 基本波のゼロクロスで適用された B3 リング波形.....	19
3.4.8 基本波の負のピークに適用された B3 リング波形.....	20
3.4.9 B1 基本コンビネーション波.....	21
3.4.10 基本波のピークに適用された B1 コンビネーション波.....	22
3.4.11 基本波のゼロクロスで適用された B1 コンビネーション波.....	23
3.4.12 基本波の負のピークで適用された B1 コンビネーション波.....	24
3.4.13 B2 基本コンビネーション波.....	25
3.4.14 基本波のピークで適用された B3 コンビネーション波.....	26
3.4.15 基本波のゼロクロスで適用された B3 コンビネーション波.....	27
3.4.16 基本波のゼロクロスで適用された B3 コンビネーション波.....	28
3.5 ノイズテストのスペクトラル成分とコメント.....	29
3.5.1 カトラー・ハマー周波数応答.....	29
3.5.2 EP2000 周波数応答.....	30
3.5.3 Psytronics 周波数応答.....	31

1.0 要約

1.1 序論と範囲

この報告書は Environmental Potentials(EP)によって提供されたものです。3種の 480V Delta タイプの過渡電圧サージサプレッサー (Transient Voltage Surge Suppression (TVSS)) とサージ保護デバイス (SPD) の客観的な比較テストを記録しています。この3ユニットはEP社から提供されたものです。

- Environmental Potential 社の EP2000 波形の修正吸収装置--480V Delta
- プレミアム・フィルタ 1 のサージ保護装置--480V Delta
- プレミアム・フィルタ 2 のサージ保護装置--480V Delta

このテストの目的は、IEEE C62.45 に定義された ANSI 標準サージ波、及び高周波ノイズにおいて、デバイスがどのような反応するかを比較されるかを判断することです。各デバイスに流した電流について比較が可能であるANSIの標準テストがこの比較テストにとって最良のベンチマークとなります。ノイズは、各デバイスで使用される追加フィルタ回路についても周波数特性を比較するのに使用されました。このようなフィルタは、高周波トランジエント、その他の波形異常の吸収をすることが出来ます。

1.2 結果

このテストは下記のような結果を示しました。

1. EP2000 は A1 と B3 リングウェーブ両方において、最小の電圧通過でした。(最大各 84V 488V)
2. ウレミアムフィルター 1 のユニットは、A1 リングウェーブにおいて、わずかであるが吸収の反応を示しました。(最大 420V)
3. A1 リング波においては、プレミアムフィルター 2 のユニットは過渡現象的な波形の揺れを示し、より大きい負のピーク電圧で反応しました。
4. B3 リング波においては、プレミアムフィルター 1 とプレミアムフィルター 2 は過渡現象的な波形の揺れを示し、より大きい負のピーク電圧で反応しました。
5. 同様に B1 コンビネーション波においても、3つのデバイスとも同様なレスポンスを示し、電圧を通しています。B1、B2 コンビネーション波は分岐回路、分電盤への雷サージのテストに使われます。
6. EP2000 と Premium Filter 1 は同じようなレスポンスを示し、コンビネーション波の電圧を通過させています。
7. Premium Filter 2 ユニットは B3 コンビネーション波テストの最初の適用で、故障し、このテストを完了出来ませんでした。
8. EP2000 は 1KHz と 90KHz の間において、24kHz 付近がコーナー周波数(共振ピーク)であり。70KHz においては、-19dB で、10 倍近い減衰を見せています。

9. プレミアムフィルター1 とプレミアムフィルター2 は、1kHz と 90kHz 間でのフィルター効果はありません。
10. プレミアムフィルター1 は、共振ピークが 48kHz 付近にあります。
11. EP-2000はB1 およびB2のコンビネーション波において最大の dv/dt の減衰効果を示しています。プレミアムフィルター1については、わずかな減衰がありますが、プレミアムフィルター2は dv/dt については全く機能していません。

2.0 序論

この報告書は Environmental Potentials(EP)によって提供されたものです。3種の 480V Delta タイプの過渡電圧サージサプレッサー (Transient Voltage Surge Suppression (TVSS)) とサージ保護デバイス (SPD) の客観的な比較テストを記録しています。この3ユニットはEP社から提供されたものです。

- Environmental Potential 社の EP2000 波形の修正吸収装置--480V Delta
- プレミアム・フィルタ 1 のサージ保護装置--480V Delta
- プレミアム・フィルタ 2 のサージ保護装置--480V Delta

このテストの目標は、下記に述べられている内容のテストで、テスト波形において各デバイスを比較し、判断することでした。

2.1 テスト範囲

産業は、IEEE(Electronic and Electrical Engineers)の標準の C62.41 の波形がこのサージ・テストに利用されました。IEEE C62.45 と UL 1449 テスト規格及びガイドラインがテストの精度度を確実にするために使用されました。

使用されたテスト設備及びテスト用に設定された設備に関する詳細はこのレポートの 2.2 章を参照下さい。

ノイズ・テストでは、回路の周波数特性を判断するために、一定のランダムノイズを適用する業界基準の技術を利用しました。

デバイスがテストされる前後にノイズのスペクトルを分析することにより周波数特性を判断することができます。

注記 : 各テストの仕様の詳細

- IEEE62.41、カテゴリ A1(低いシステム・エクスポージャ) $0.5\mu\text{S} \times 100\text{kHz}$ 、2kV、70 A リング波。
テストは正方向のパルス波で実施、各ユニットが 420Vrms で稼働状態でテストは実施されました。
テストは、サージの抑制とノイズ効果の確認のために90度、180度、270度において、正のピーク、ゼロクロス、負のピーク波形で実施。
このテストは、設備の負荷のスイッチングにより初期に発生する外乱波形を示しています。

注意: カテゴリ A1-A3 とカテゴリ B1-B3 においては $0.5\mu\text{S} \times 100\text{kHz}$ のリング波が利用されます。

- IEEE C62.41、カテゴリー B3 (高い危険度)は $0.5\mu\text{S} \times 100\text{kHz}$ 、6kV、500A のリング波形。テストは正方向のパルスで実行され、ユニットが 420Vrms で稼働の状態でのテストの実施。
テストは、サージの抑制とノイズ効果の確認のために90度、180度、270度において、正のピーク、ゼロクロス、負のピーク波形で実施。
このテストは高いエネルギーを含んだ高い電圧と電流の外乱のシミュレーションです。

- IEEE C62.41、Category B1（低い危険度） 1.5/50 μ S&8/20 μ S、2kV、1kA のコンビネーション波形（正方向のパルス）。テストは正方向のパルスで実行され、ユニットは 428Vrms で稼働状態で実行。
このテストは施設で発生する外乱波形をシミュレートしたものです。

注意

コンビネーション波形は3つのカテゴリー、A、BおよびC に分けられています。

- カテゴリーA : コンセントと長い分岐回路
 - カテゴリーB : 支線、短い分岐回路、分電盤
 - カテゴリーC : 屋外と引き込み口
- IEEE C62.41、カテゴリーB3（高い危険度） 1.5/50 μ S & 8/20 μ S、6kV、3kA、コンビネーション波形（正方向のパルス）。
テストは正の方向のパルスで、480Vrms 実行されました。
テスト中のユニットは 428Vrms で稼働している状態で、テストは実行されました。
このテストは雷サージのような施設で発生するした外乱波形をシミュレートしています
 - ランダムノイズテスト：ノイズ発生器と高い電力増幅器がランダムノイズを発生させるのに使用されました。
このランダムノイズはSDPの内部のフィルタ回路のノイズ吸収性能をテストするために使用されました。
ノイズ発生器で発生するノイズは、可変周波数デバイス、DCドライブ、整流器、電子バラスト、スイッチング電源、アーク溶接機等の設備負荷による施設の出力分配システムに影響を与えるノイズを調べるために使用されました。

2.2 テスト設備

サージテストで使用された設備機器

- Schaffner NSG 650 サージ発生器 --- すべてのテスト波形を供給。
- Schaffner CDN 110 カプラー回路 --- 480V 単相回路用のカップルテスト波形。
- 480 V Three Phase Variac --- 基本電圧波の供給
- Tektronix TDS 460A Digital Oscilloscope -- 波形の測定
- Tektronix P6009 100X Probes --- オシロスコープに直接高電圧波形取込み。

ノイズテストで利用されるテスト設備は下記ようになります。

- Wavetek 395 Function Generator
- Khron-Hite 750 高電圧増幅器
- ESA 簡易デジタル分析装置
- 2フィートのバナナケーブル

2.3 サージテストの手順

各デバイスに、12 インチのリード線がサージ発生器から連結回路の出力に接続しました。
各デバイスの相間につながれテストされました。
基本電圧は 428V（カップルサーキットの限界電圧）に設定されました。
各装置はそれぞれの 5 回インパルスを印加されました。
印加波形はセクション 2. 2 で説明した 3 つの異なる相の基本波形で、それぞれの結果はオシロスコープに記録しました。

2.4 ノイズアプリケーションテスト手順

各装置からの 6 インチのワイヤーに、12 インチのワイヤーをつなぎ高電圧アンプの出力に接続しました。各デバイスは相線-相線間の接続でテストされました。
増幅器の入力へは Wavetek 395 波形ジェネレータを接続しました、信号のプラスノイズ波形は 60Hz の波形に、90kHz で発生した規定ノイズを重畳しました。
波形のピークと雑音ピーク比は、40%から 60%でした。

それぞれの装置のフィルターの性質と増幅器の低電流時の能力により、装置間で波形レベルがわずかに異なります。
注意した点はアンプをオーバーロード状態にならないように信号レベルを増加させることでした。利得が無電流制限回路によって、増幅器で呼び戻されるように、わずかであるが、呼び出もどされました。ノイズレベルについても記録しました。
テスト下においては装置は外され、どんな装置もそれをフィルターにかけないで、ノイズレベルはオープン回路で測定されました、

3.0 テスト結果

3.1 序論

テスト結果は、ANSI 波形テストの “Let Through 電圧” の数値表及び記録した波形の図表を使用して説明しています。

その後、各図と数値に対して適切なコメントが書かれています。

プレミアムフィルタ2装置 (Psytronics) は、ANSI B3 組み合わせ波形テスト (非破壊テストと思われる。) で壊れ、従って、プレミアムフィルタ2への “Let Through 電圧” 値は無いということになります。

テストのエンジニアによると、最初の90度 B3 コンビネーション波形が新品のプレミアムフィルタ2に適用された際に、「大きなスナップ音がプレミアムフィルタ2のケースの中から聞こえました。テストをフォローして、二つの外側の相ランプはオンになっています。装置はオープンになり、二つの外部フューズもオープンになった。」

3.2 電圧表とコメント

表 1. A1 リングウェーブに通した電圧の結果

Phase	Cutler Hammer			EP2000			Psytronics		
	Baseline	Peak	Let Through	Baseline	Peak	Let Through	Baseline	Peak	Let Through
90 degrees	590	996	406	604	668	64	580	1304	724
	576	996	420	592	668	76	580	1328	748
	580	984	404	580	632	52	568	1320	752
	588	980	392	604	656	52	576	1328	752
	580	984	404	604	668	64	576	1328	752
180 degrees	32	432	400	28	76	48	0	1272	1272
	44	444	400	4	64	60	-56	1272	1328
	-44	344	388	28	112	84	-48	1272	1320
	56	444	388	-56	4	60	16	1272	1256
	44	432	388	-4	76	80	-56	1272	1328
270 degrees	-632	-212	420	-628	-544	84	-648	1184	1832
	-620	-212	408	-628	-544	84	-648	1168	1816
	-596	-204	392	-628	-560	68	-632	1168	1800
	-620	-212	408	-628	-544	84	-632	1160	1792
	-620	-212	408	-620	-544	76	-632	1168	1800

表1で、EP-2000は、3つのテスト装置の中で「Let Through 電圧」が最も少なく、プレミアムフィルタ2が一番大きいことを示しています。

EP-2000のフィルタリング動作は付加的なマージンがあることを示しています。

「Let Through 電圧」ピーク電圧からベースライン電圧を引いた値で決定されています。

表 2. B3 リングウェーブに通された電圧の結果

Phase	Cutler Hammer			EP2000			Psytronics		
	Baseline	Peak	Let Through	Baseline	Peak	Let Through	Baseline	Peak	Let Through
90 degrees	520	1540	1020	576	1040	464	560	1680	1120
	540	1580	1040	576	1032	456	560	1680	1120
	540	1580	1040	552	1016	464	560	1680	1120
	520	1580	1060	536	1008	472	560	1680	1120
	540	1580	1040	576	1032	456	560	1680	1120
180 degrees	-280	1420	1700	-128	344	472	-300	1620	1920
	-280	1420	1700	-120	344	464	-340	1600	1940
	-360	1400	1760	-192	296	488	-180	1600	1780
	-260	1440	1700	-200	272	472	-280	1620	1900
	-260	1420	1680	-160	320	480	-280	1640	1920
270 degrees	-540	1360	1900	-584	-102	482	-600	1600	2200
	-580	1360	1940	-576	-96	480	-600	1600	2200
	-560	1360	1920	-584	-96	488	-560	1600	2160
	-560	1360	1920	-584	-104	480	-540	1600	2140
	-580	1360	1940	-576	-104	472	-540	1600	2140

表 2 では、もっと大きなリングウェーブが示されており、これもまた EP-2000 が最も少ない「Let Through 電圧」であり、プレミアムフィルタ 2 が基本波形の 270 度で最も多く通しています。

ここでも EP-2000 のフィルタリング動作が付加的利益をもたらしていることが分かります。

「Let Through 電圧」ピーク電圧からベースライン電圧を引いた値で決定されています。

表 3. B1 組み合わせ波形に通した電圧の結果

Phase	Cutler Hammer			EP2000			Psytronics		
	Baseline	Peak	Let Through	Baseline	Peak	Let Through	Baseline	Peak	Let Through
90 degrees	568	1544	1544	580	1496	1496	576	1552	1552
	568	1536	1536	592	1496	1496	584	1552	1552
	576	1544	1544	592	1508	1508	560	1552	1552
	560	1552	1552	580	1508	1508	552	1552	1552
	560	1552	1552	592	1508	1508	560	1552	1552
180 degrees	-24	1496	1496	-92	1400	1400	-24	1448	1448
	-48	1480	1480	-92	1412	1412	56	1456	1456
	-128	1480	1480	-136	1400	1400	-40	1448	1448
	-64	1480	1480	-92	1412	1412	-40	1456	1456
	-144	1480	1480	-124	1388	1388	48	1472	1472
270 degrees	-600	1408	1408	-624	1264	1264	-632	1280	1280
	-600	1400	1400	-584	1264	1264	-624	1280	1280
	-600	1408	1408	-608	1272	1272	-632	1280	1280
	-600	1408	1408	-584	1272	1272	-624	1280	1280
	-600	1408	1408	-600	1272	1272	-632	1280	1280

表 3 では、各装置の応答は、B1 コンビネーション波形と同じ結果を示しています。

EP-2000 は、どんな状態の最大値においても「Let Through 電圧」は最低の電圧です。（つまり EP-2000 が 1508 v の時、プレミアムフィルタ 1 は 1552V、プレミアムフィルタ 2 は 1552v）

この高いエネルギー波形を吸収するのは、フィルタリングよりむしろサージ抑圧動作で制限していることを示しています。

各ユニットはそのような動作制限しながら実行しているように見えます。

表4. B3 組み合わせ波形に通された電圧の結果

Phase	Cutler Hammer			EP2000			Psytronics		
	Baseline	Peak	Let Through	Baseline	Peak	Let Through	Baseline	Peak	Let Through
90 degrees	552	1784	1784	552	1928	1928	-	-	-
	536	1792	1792	528	1920	1920	-	-	-
	552	1792	1792	528	1920	1920	-	-	-
	536	1784	1784	528	1920	1920	-	-	-
	536	1792	1792	520	1920	1920	-	-	-
180 degrees	-264	1720	1720	-184	1880	1880	-	-	-
	-168	1736	1736	-240	1880	1880	-	-	-
	-104	1744	1744	-232	1880	1880	-	-	-
	-248	1736	1736	-248	1872	1872	-	-	-
	-264	1736	1736	-232	1880	1880	-	-	-
270 degrees	-568	1696	1696	-512	1848	1848	-	-	-
	-568	1688	1688	-608	1832	1832	-	-	-
	-552	1696	1696	-568	1848	1848	-	-	-
	-568	1696	1696	-576	1848	1848	-	-	-
	-568	1696	1696	-520	1848	1848	-	-	-

表4では、プレミアムフィルター1とEP2000の応答の結果がほぼ同様になっています。プレミアムフィルタ2は90度の波形の最初のテストで故障しました。プレミアムフィルタ1、全ての条件の最大限に対して低い「Let Through 電圧」を示しています。(つまり、プレミアムフィルターは1792V vs EP-2000は1928V)。この高いエネルギー波形を吸収するのは、フィルタリングよりむしろサージ抑圧動作で制限していることを示しています。各ユニットはそのような動作制限しながら実行しているように見えます。

3.3 コンビネーション波形の dv/dt テーブルへのコメント

図4. B1 コンビネーション波形 dV/dt .
(Volts per μ Sec)

Phase	Wave Alone dV/dt	Cutler Hammer dV/dt	EP2000 dV/dt	Psytronics dV/dt
90 degrees	3451	666	249	2955
180 degrees	3451	785	275	3985
270 degrees	3451	842	288	4698

表5と6 5と6では、我々はコンビネーション波形とおなじように、テストする各デバイスの Let Through dv/dt を計り提示しました。

これらの値は、図9から図16までのから波形のスロープから抽出し決定しました。それらの数字では、我々は、EP2000であるのにスロープ(それほど垂直でないが)で最も大きい減衰効果があることが明確に確認できます。

これは低い dV/dt 変換されます。

半導体(IGBTs、Thyristors など)は単にピーク電圧(Let Through の表1～表4の結果)のみに敏感であるのではなく、電圧の増減率にも敏感です。

EP2000は、テストデバイスの最も低い dV/dt をを示しています、B1 コンビネーション波形では12分の1に、および、B3 コンビネーション波形では16分の1に dV/dt を減少させます。

プレミアムフィルター1 (Cutler Hammer) dV/dt B1 コンビネーション波形を4分の1に減少させ、B3 コンビネーション波形では6分の1に減少させています。

プレミアムフィルター2 (Psytronics) は、 dV/dt をほとんど減少させず、180度と270度 B1 コンビネーション波形テストは電圧スロープを増加させる傾向があります。仕事をする方法は決定していません、エポキシの閉じ込められたユニットの内部のコンポーネントの調査を考慮していません

テストは単にユニットが接続される電圧の実際の応答を記録しました。

また、プレミアムフィルター2はユニットが90度のテストのときに故障したので、B3 コンビネーション波形の180度と270度のテストはできておりません。

表6. B3 Combination Wave dV/dt .
(Volts per μ Sec)

Phase	Wave Alone dV/dt	Cutler Hammer dV/dt	EP2000 dV/dt	Psytronics dV/dt
90 degrees	10883	1229	482	6764
180 degrees	10883	1465	641	NA
270 degrees	10883	1668	668	NA

3.4 捕らえられたサージ波及とコメント

3.4.1 Base A1 リングウェーブ

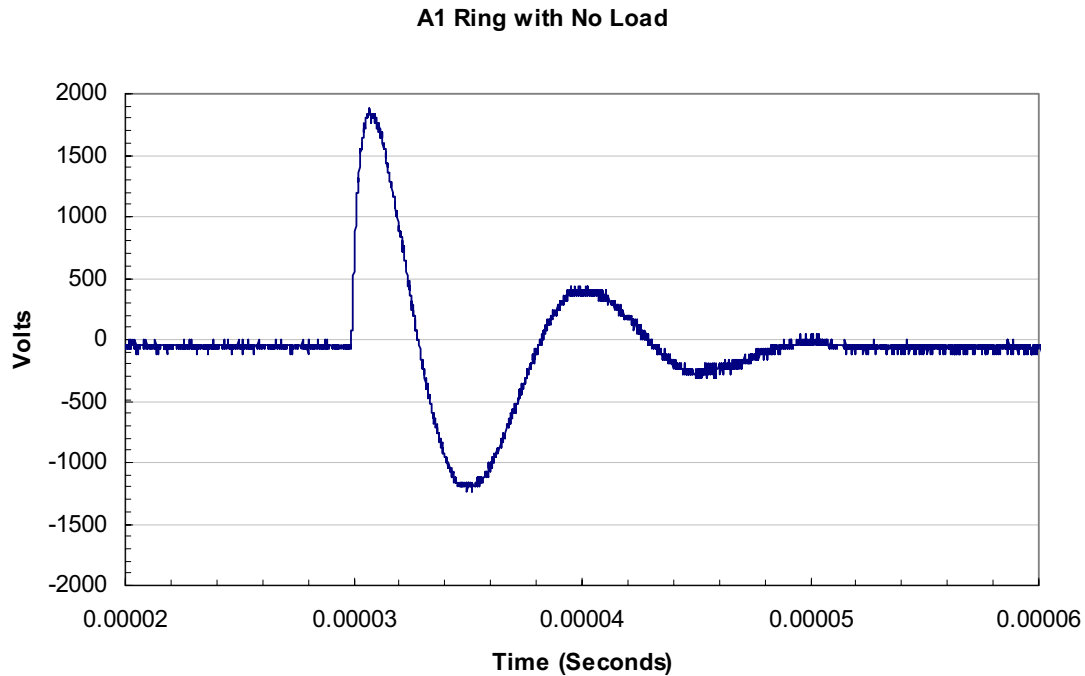


図 1. 装置非接続の Base A1 リングウェーブ

この波形は、IEEE C62.41、カテゴリーA1 のリングウェーブを示しています。このウェーブは、開回路で 2kV ピーク電圧、100kHz リングと共に 0.5 μ S 電圧上昇時間を持ち、短絡回路状態で 70A を供給しています。波形は、厳密に 2kV でピークとはなっていませんが、比較の目的には十分だと思われます。この開回路テストは、同じピーク電圧とリング値の再現性を実証するために数回行われました。

3.4.2 A1 基本波形のピーク時に適用されたA1リングウェーブ

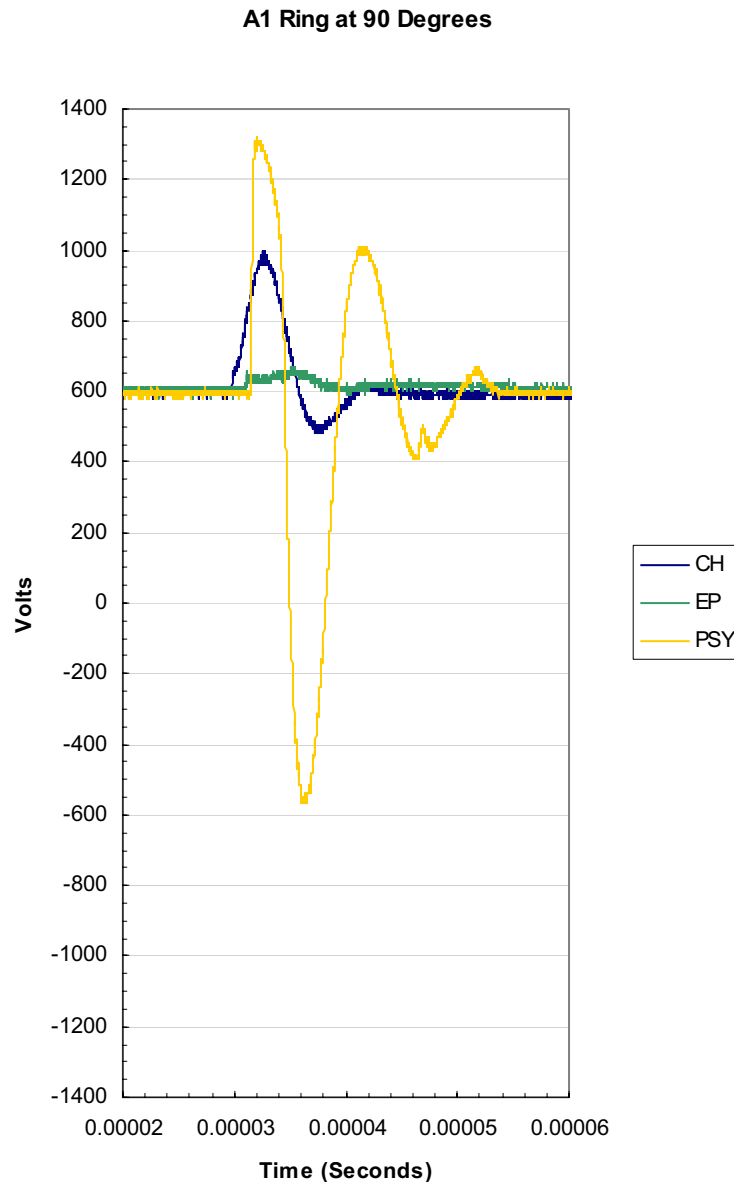


図2. A1 基本の(90°)のピーク時に適用されたA1リングウェーブ

基本電圧波形のピーク時でのA1リングウェーブの適用では、EP2000が最大の吸収をすることを実証し、示しています。(緑色のカーブ)
プレミアムフィルタ1は(青色のカーブ)もまた相当な吸収を示しています。一方、プレミアムフィルタ2(黄色のカーブ)は幅広く揺れ、負においてピーク電圧を示しています。
この図で、負のピーク電圧は通電圧を計算するのに使用されているのではなく、正の電圧値だけが使用されたことに注意して下さい。
適用されたインパルスの性質上、正のピークが負のピーク電圧値の方が大きいと予想しました。(図1を参照)。
通電圧の負のピーク電圧(これが正しい適用)の使用が更に大きな値をもたらしました。

3.4.3 基本波形のゼロクロスで適用された A1 リングウェーブ

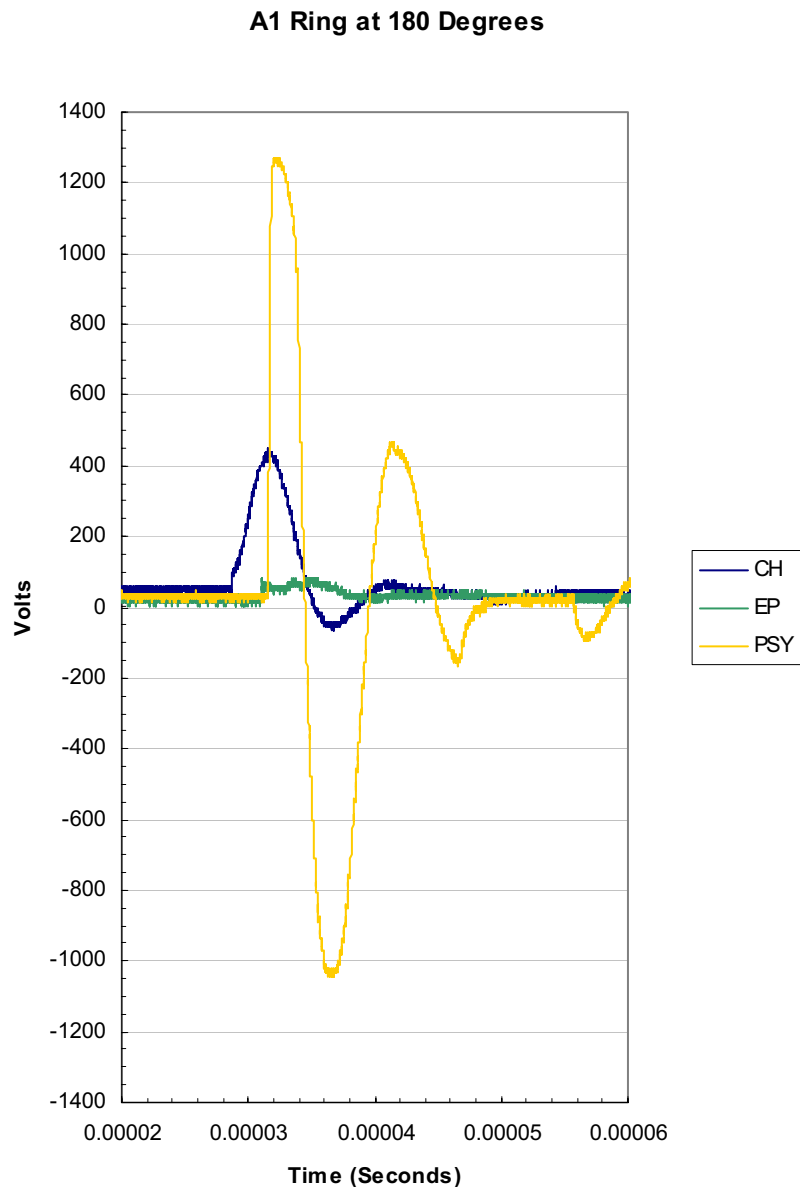


図3. 基本の（180°）ゼロクロスで適用された A1 リングウェーブ

基本電圧波形のピーク時での A1 リングウェーブの適用では、EP2000 が最大の吸収を示していることを示しています。（緑色のカーブ）
プレミアムフィルタ1も（青色のカーブ）もまた相当な量を吸収を示しています。一方、プレミアムフィルタ2（黄色のカーブ）は幅広く揺れている負のピーク電圧を示しています。
この図での、負のピーク電圧は通電圧を計算するのに使用されているのではなく、正の電圧だけが使用されたことに注意して下さい。
適用されたインパルスの性質上、正のピークが負のピーク電圧値の方が大きいと予想しました。（前の図を参照）。
Let Throughの負のピーク電圧（これが正しい適用）の使用が更に大きな値をもたらしました。

3.4.4 基本波の負のピークで適用されたA1 リングウェーブ

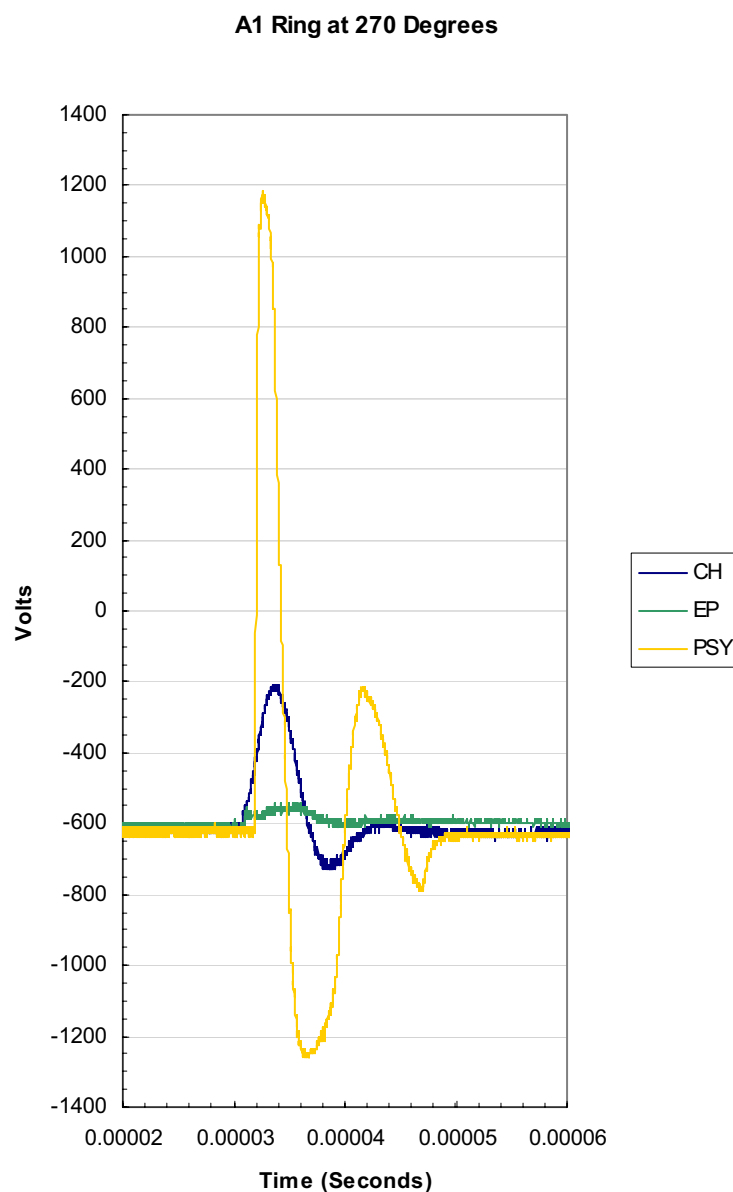


図4. 基本波(270°)の負のピークで適用されたA1リングウェーブ

図3、4のように、基本電圧波形の負のピーク時に適用されたA1リングウェーブが、EP2000の最大の吸収を提供していることを示しています。プレミアムフィルタ1もまた、相当な吸収を示しています。一方、プレミアムフィルタ2は、ここで非常に高い正のピーク電圧を示し、今だ非常に波形が揺れていることが分かります。

3.4.5 Base B3 リングウェーブ

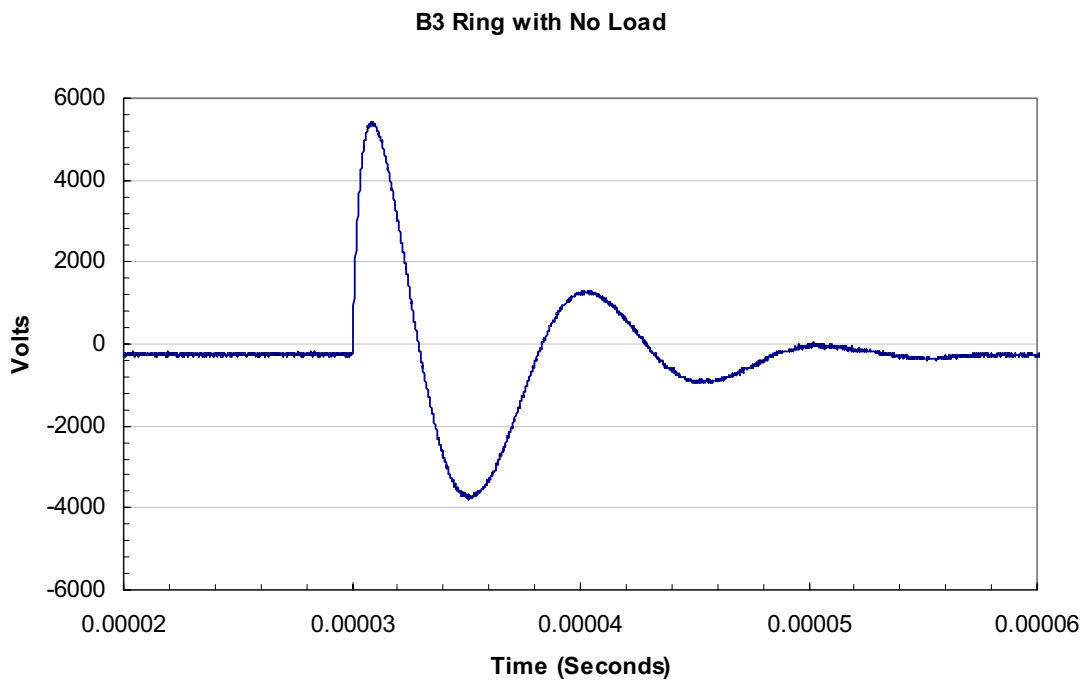


図5. 装置非接続での Base B3 リングウェーブ

この波形は、IEEE C62.41, カテゴリ B3 リング波形を示しています。
この波には、100 kHz リングと共に $0.5 \mu\text{s}$ 電圧立上り時間、開回路では 6kV のピーク電圧をもち、短い接続回路の状態では 500A を供給しています。
この波が厳密に 6kV でピークにはなりませんでしたが、比較目的としては、十分です。
このオープン回路テストは、同じピーク電圧、リング波形の再現可能性を確認するために数回実行されました。

3.4.6 基本波のピーク時に適用された B3 リングウェーブ

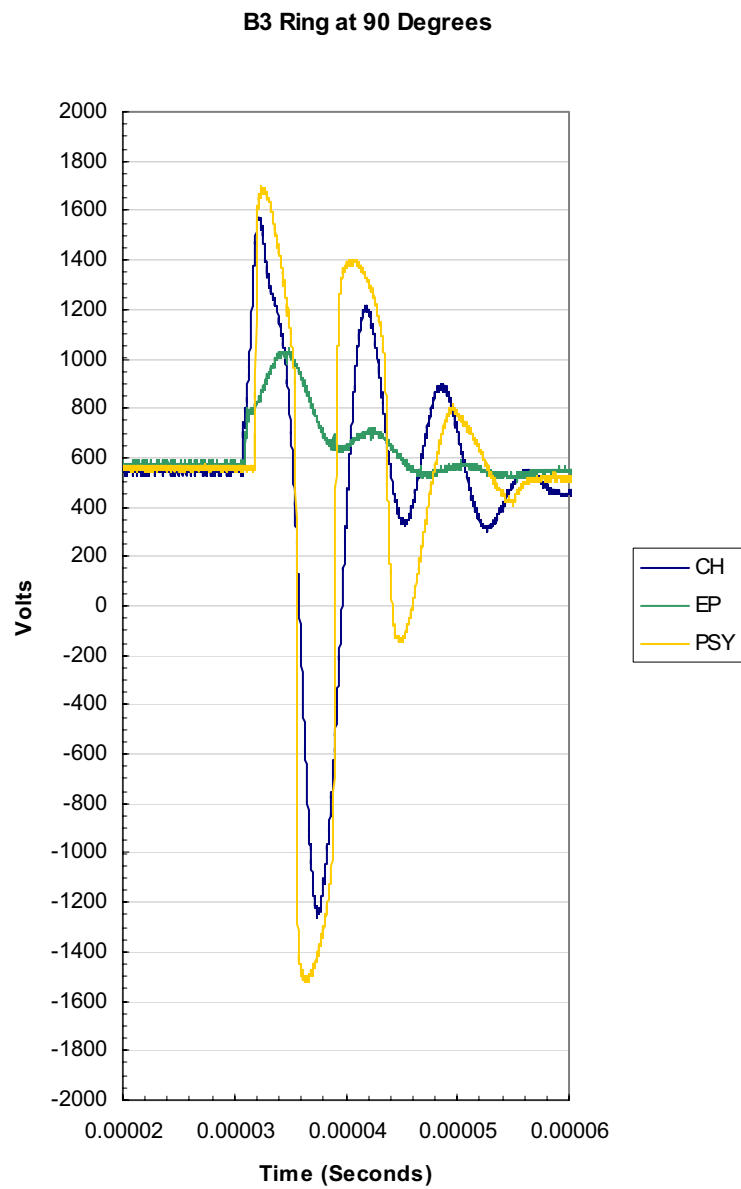


図 6. 基本波 (90°) のピークで適用された B3 リングウェーブ

B3 リングウェーブが、プレミアムフィルタ1、プレミアムフィルタ2の両方に負のピークを生じさせています、EP2000 は、A1 リングのように、最良の吸収性能を示しています。

3.4.7 基本波のゼロクロスで適用された B3 リングウェーブ

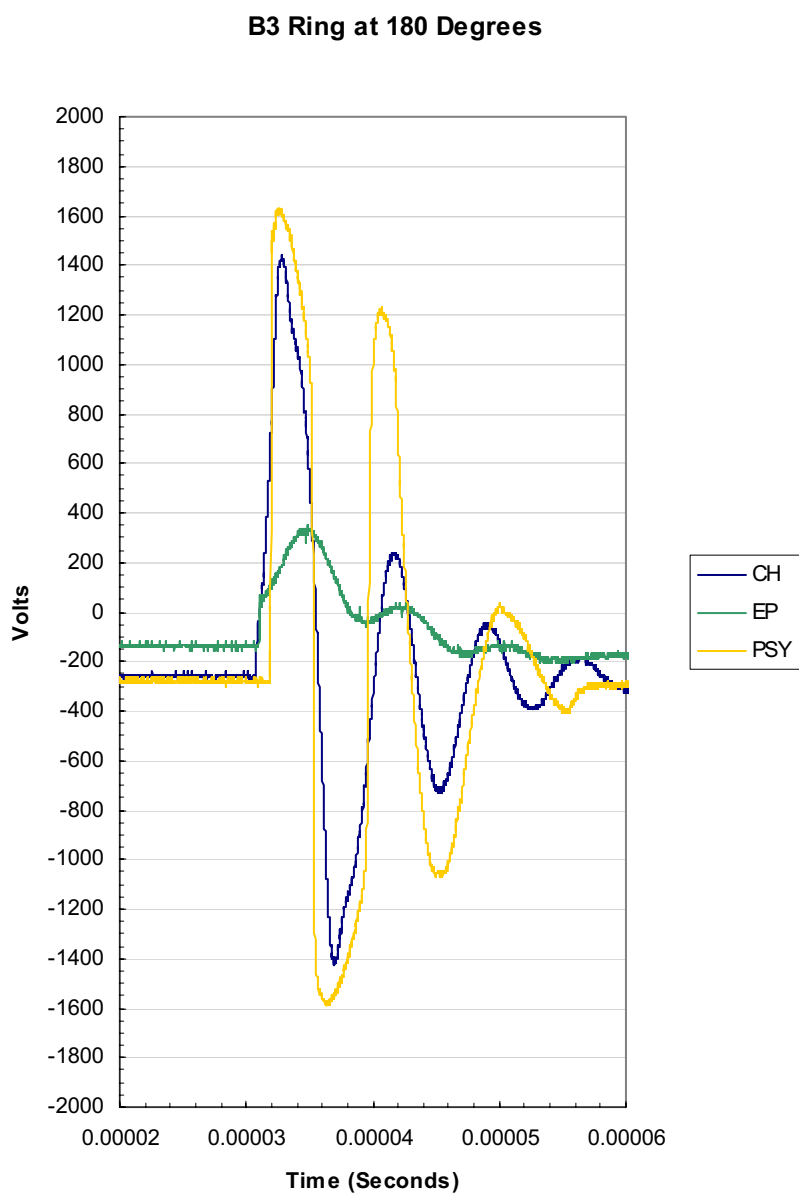


図7. 基本波（180°）のゼロクロスで適用された B3 リングウェーブ

B3 リングウェーブが、プレミアムフィルタ1、プレミアム フィルタ2の両方に、揺れを生じさせています。個々でも EP2000 は、A1 リングのように、最良の吸収性能をを示しています。

3.4.8 基本波の負のピークに適用された B3 リングウェーブ

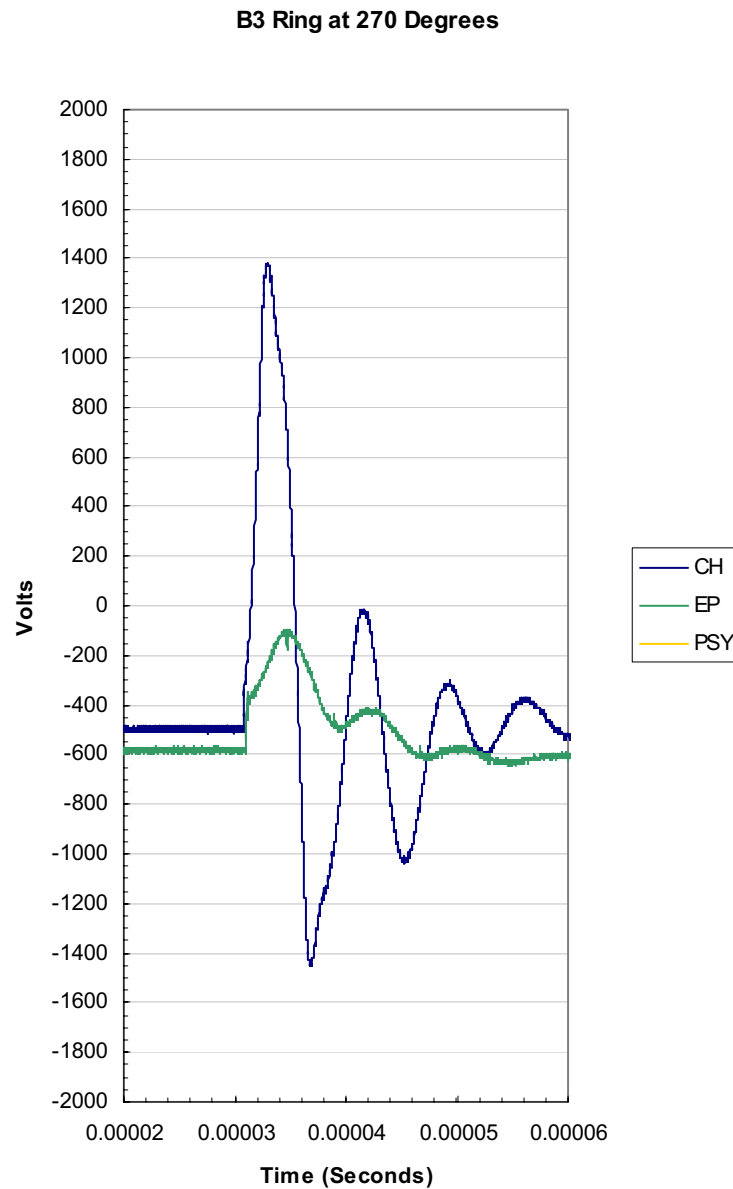


図8. 基本波（270°）の負のピークに適用された B3 リングウェーブ

B3 リング波形ではプレミアムフィルタ1は揺れを生じさせています。EP2000は、A1 リングウェーブのように、最良の吸収性能を示しています。プレミアムフィルタ2も以前のように作用すると推定しました。プレミアムフィルタ2のテストの結果だけが、Tektronix スコープによって保存されたなかで不正ファイルとなり、失われてしまいました。

3.4.9 Base B1 組み合わせ波

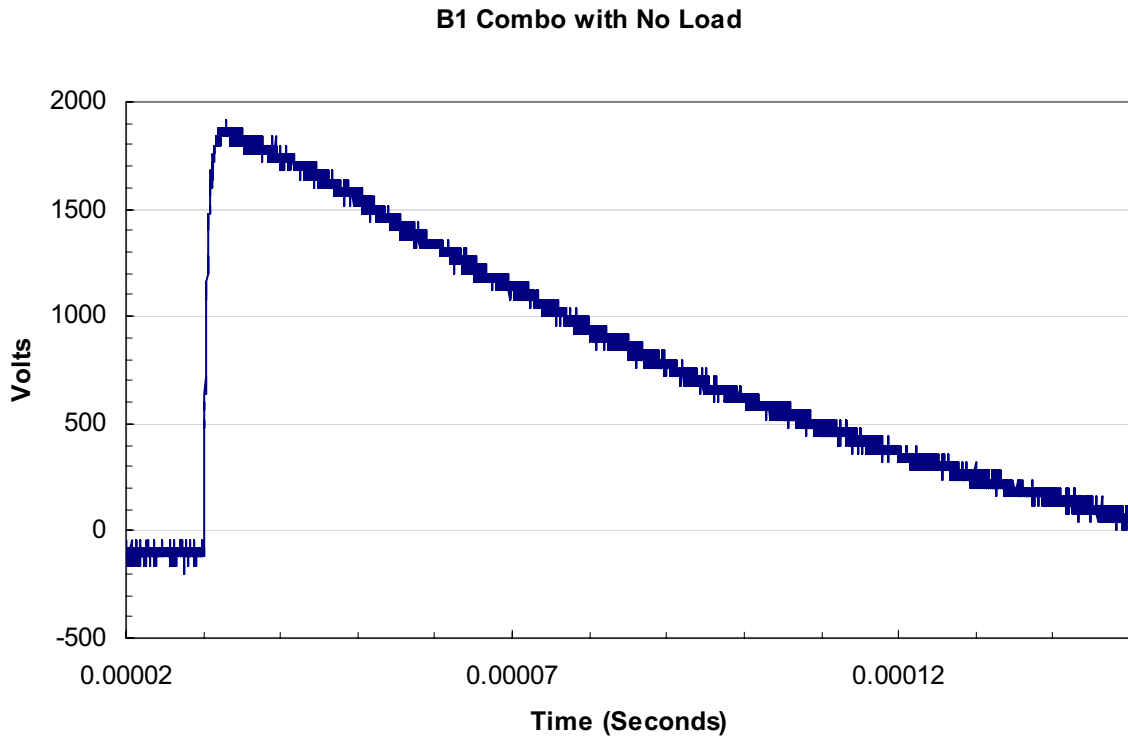


図 9. デバイスを接続しない状態の基本 B1 コンビネーションm波形

この波形は、IEEE C62.41, カテゴリ B1 コンビネーション波形を示しています。
この波形は、オープン回路で 1.5 μ S の電圧立ち上がり時間、50 μ S 減衰時間のピーク電圧 2kV と閉回路での 8 μ S の立ち上がり時間と 50 μ S 減衰時間のピーク電流 1000 A のコンビネーション波形です。
この波が厳密に 2KV でピークにはなりませんでしたが、比較目的としては、十分です。
このテストは、同じピーク電圧,の再現可能性を確認するために数回実行されました。

3.4.10 基本波のピークに適用された B1 組み合わせ波

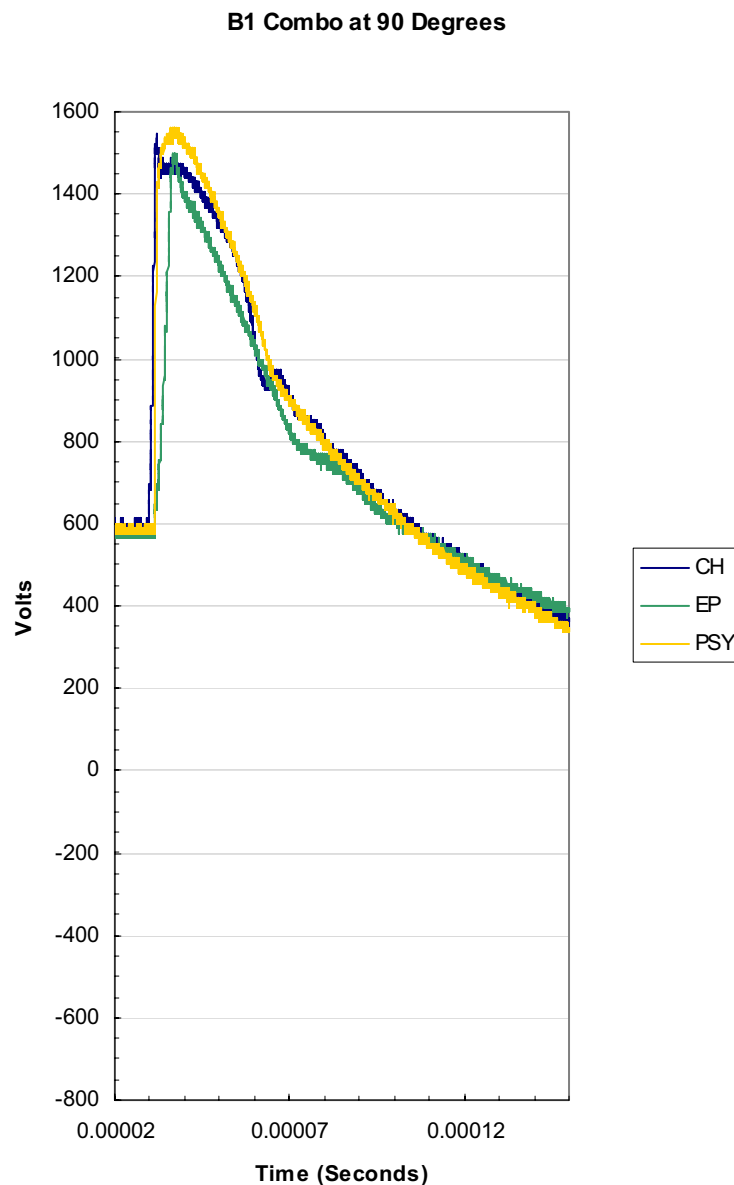


図 10. 基本波（90°）のピークで適用された B1 コンビネーション波形

各ユニットとも、B1 コンビネーション波形は同様の反応を示しています。

以前に指摘したように、これは雷のように外部で生じたイベントをシミュレートする意図で実施されているテストであり、おそらく各装置で使用されている電圧クランピングを引き起こす可能性が高くなります。

波形の特性上から、フィルタ作用（リング波形テストでは非常に効果的でありましたが）はこのイベント上ではあまり変化がみられません。

しかしながら、EP-2000 は電圧での立ち上がりのスロープを明確に減少させて、その結果、 dv/dt を少なくしています。

同様に、表 5 と表 6 では、EP-2000 はテストした 3 ユニットの中で、 dv/dt の「Let Through」は最少になっています。

3.4.11 基本波のゼロクロスで適用された B1 組み合わせ波

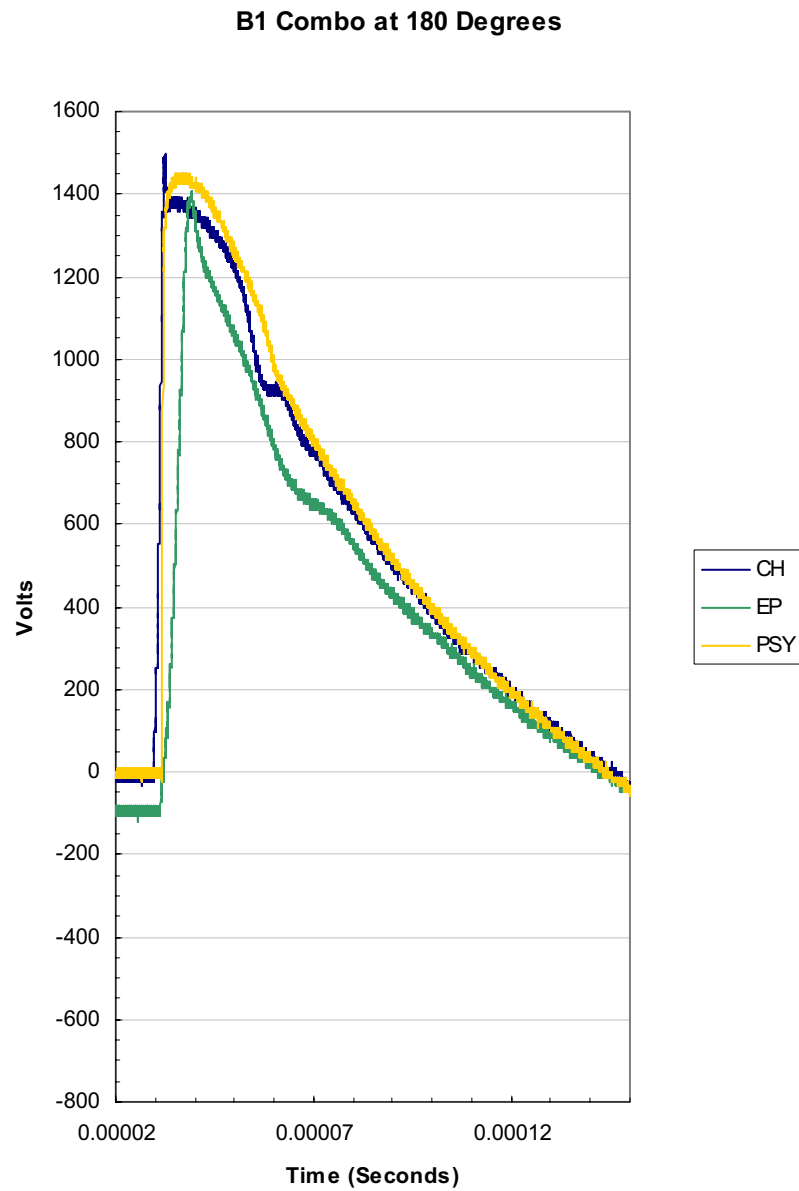


図 11. 基本波（180°）ゼロクロスで適用された B1 組み合わせ波

図 10 のコメントがここでも同様に適用されます。

3.4.12 基本波の負のピークで適用された B1 組み合わせ波

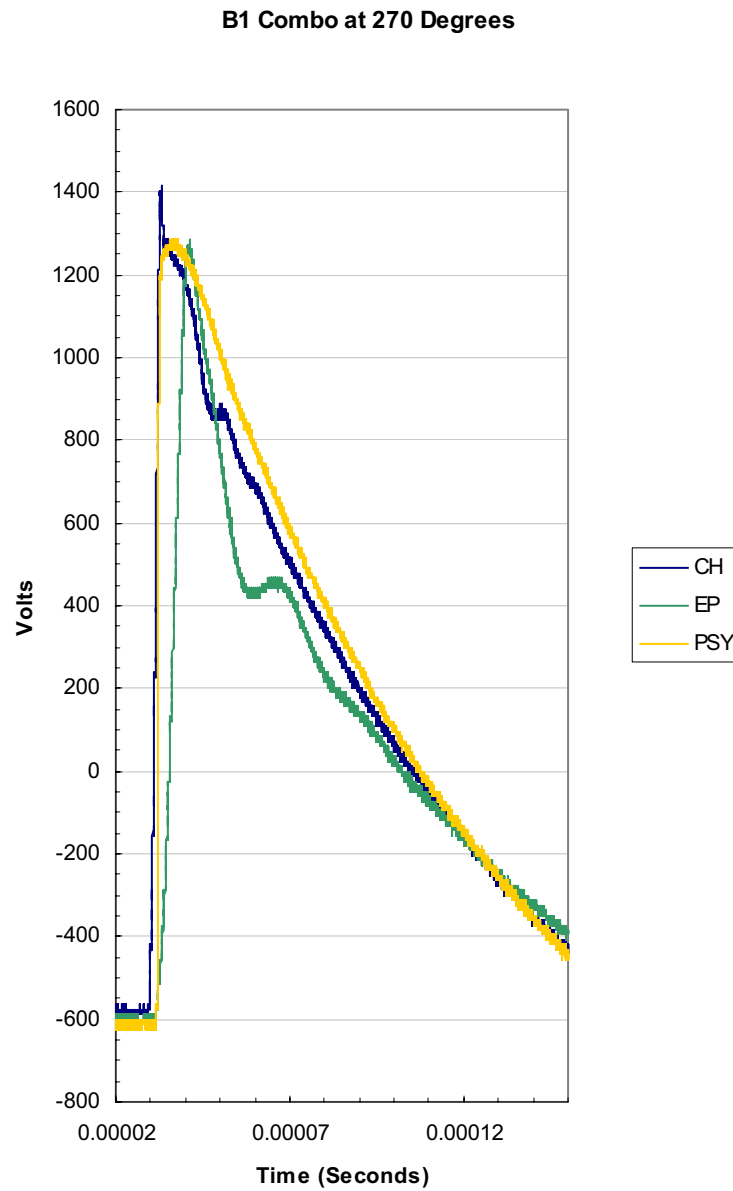


図 12. 基本波（270°）負のピークで適用された B3 組み合わせ波

図 10 のコメントがここでも同様に適用されます。

3.4.13 B3 基本コンビネーション波形

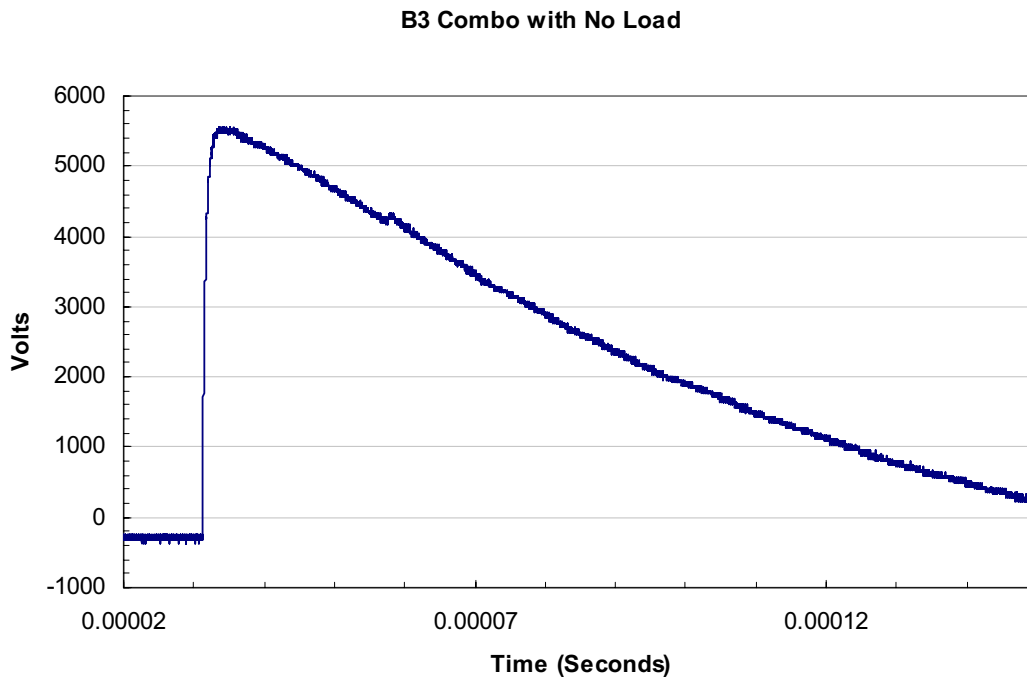


図 13. 装置非接続での Base B3 組み合わせ波

この波形は、IEEE C62.41, カテゴリ B3 コンビネーション波形を示しています。

この波は、 $1.5 \mu\text{S}$ の電圧立ち上がり時間、 $50 \mu\text{S}$ の減衰時間、開放回路の 6kV のピーク電圧と $8 \mu\text{S}$ 立ち上がり時間と $50 \mu\text{S}$ の減衰時間の閉回路 3000A ピークの電流のコンビネーション波形です。

この波が厳密に 6kV でピークにはなりませんでしたが、比較目的としては、十分です。

この開回路テストは、同じピーク電圧、リングの再現可能性を確認するために数回実行されました。

3.4.14 基本波のピークで適用された B3 組み合わせ波

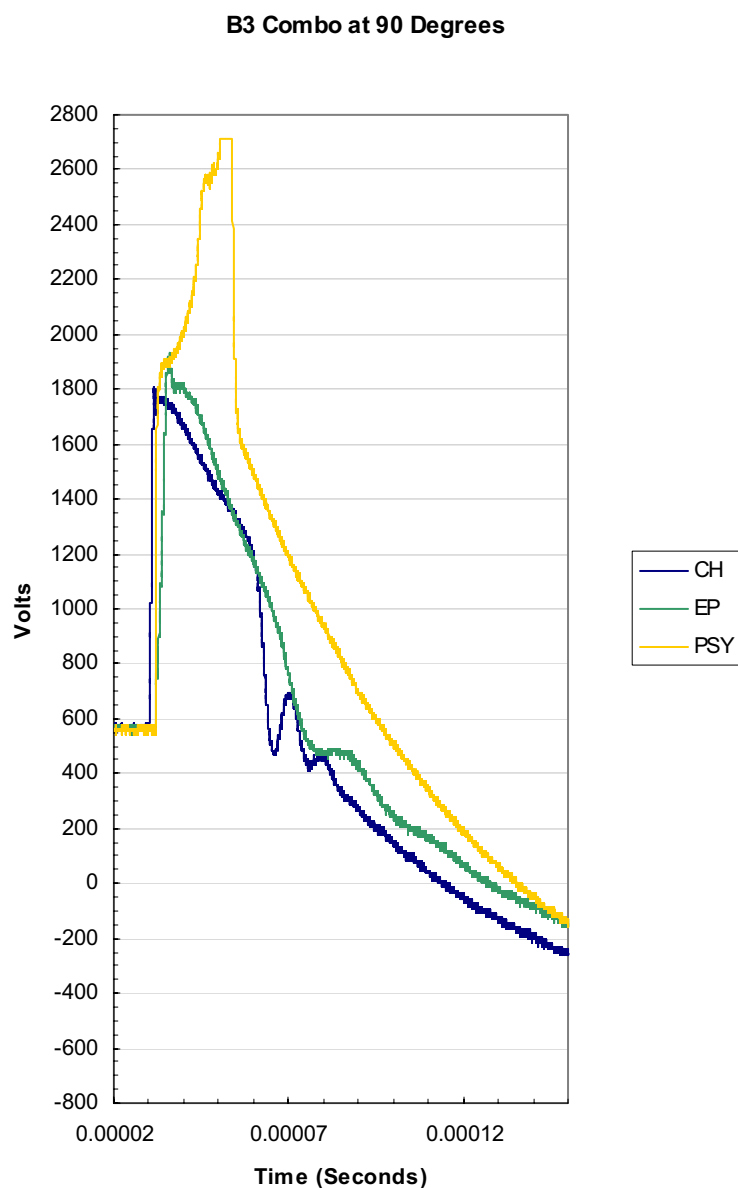


図 14. 基本波(90°)で適用された組み合わせ波

B1 コンビネーション波形においては、プレミアムフィルタ1及びEP-2000は同じような反応をいたしました。

以前に指摘したように、これは稲妻のように外部で生じたイベントをシュミレートする意図で実施されているテストであり、おそらく各装置で使用されている電圧クランピング素子での動作をすると推測できます。

波形の特性上から、フィルタリング作用（リングウェーブのテストでは非常に効果的であることが分かりましたが）はこのイベント上ではあまり差ができません。

プレミアムフィルタ2、このテストで故障してしまいました。その波形は、2700Vを超えて増加していることから、オシロスコープのインプット範囲を超えてしまったようです。

しかし、ここでも、EP-2000は電圧上昇波形のスロープを緩やかにし、Let Throughのdv/dt最小にしています。

3.4.15 基本波のゼロクロスで適用された B3 組み合わせ波

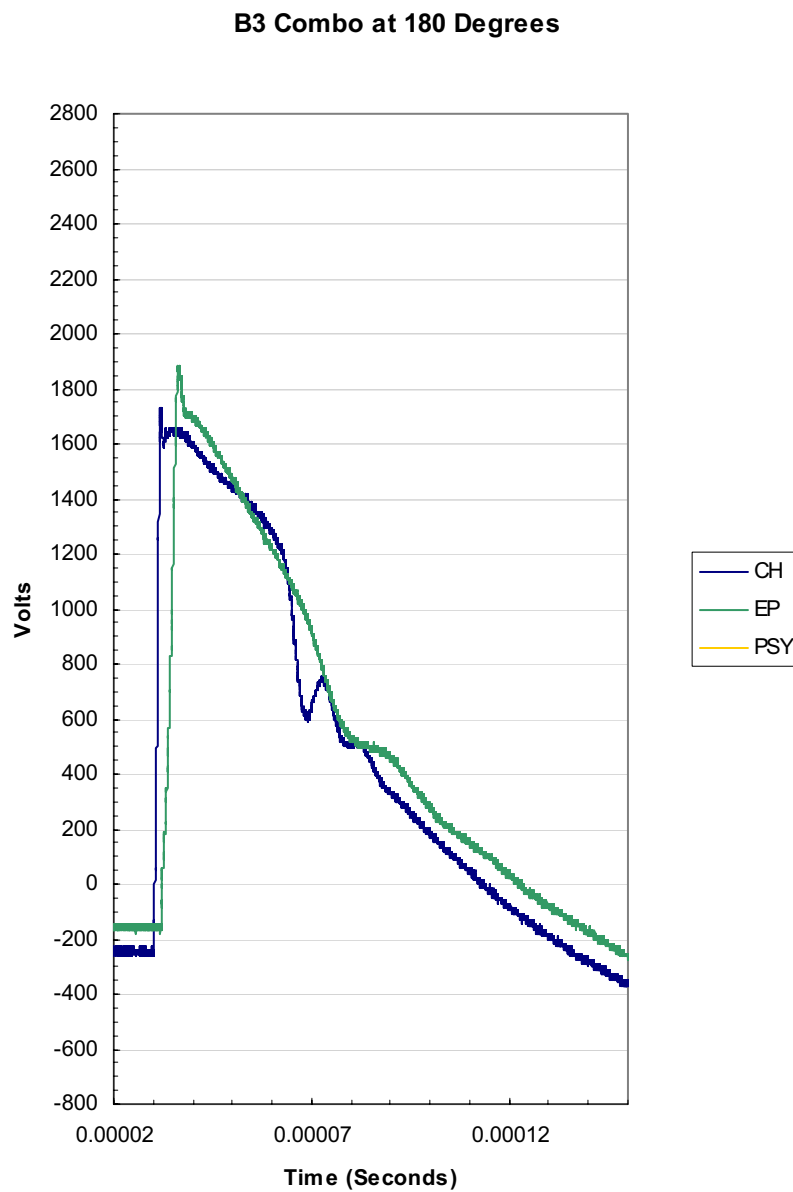


図 15. 基本波（180°）のゼロクロスで適用された B3 組み合わせ波

プレミアムフィルタ 1 と EP2000 の図 14 へのコメントがここでも適用されます。

3.4.16 基本波のゼロクロスで適用された B3 組み合わせ波

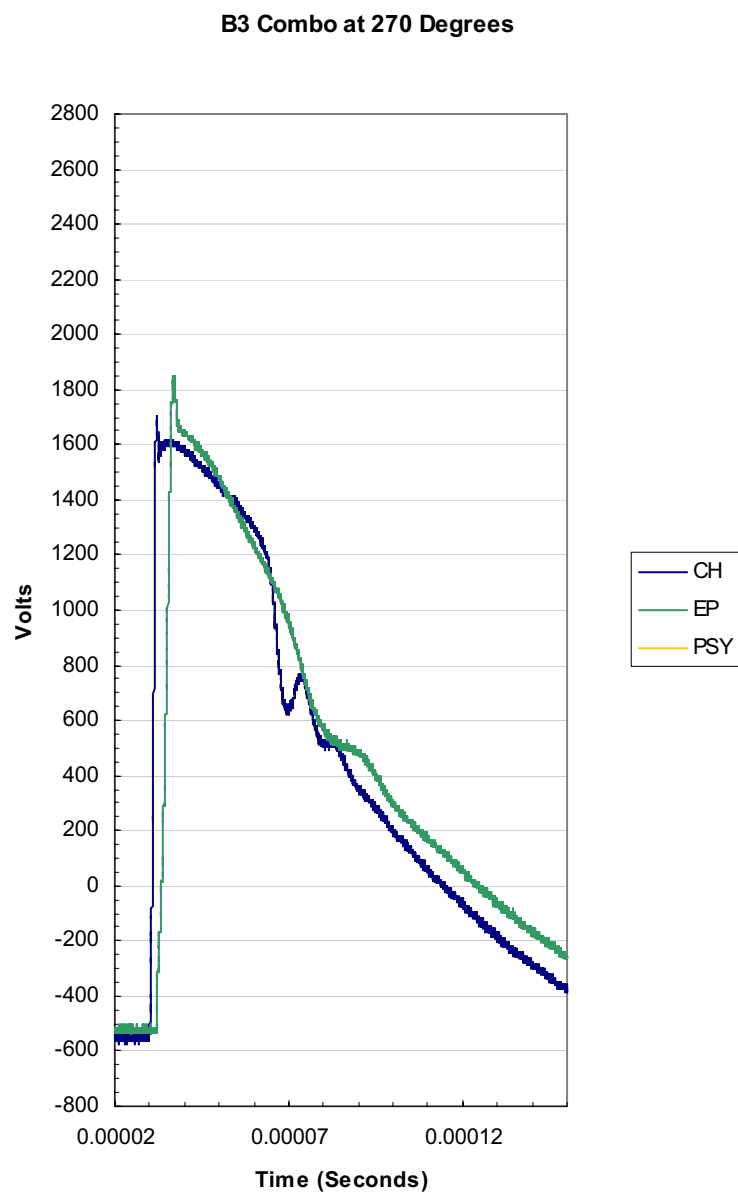


図 16. 基本波（270°）ゼロクロスで適用された B1 組み合わせ波

プレミアムフィルタ 1 と EP2000 の図 14 へのコメントがここでもて適用されます。

3.5 ノイズテストング・スペクトラル成分とコメント

3.5.1 カトラー・ハマー周波数反応

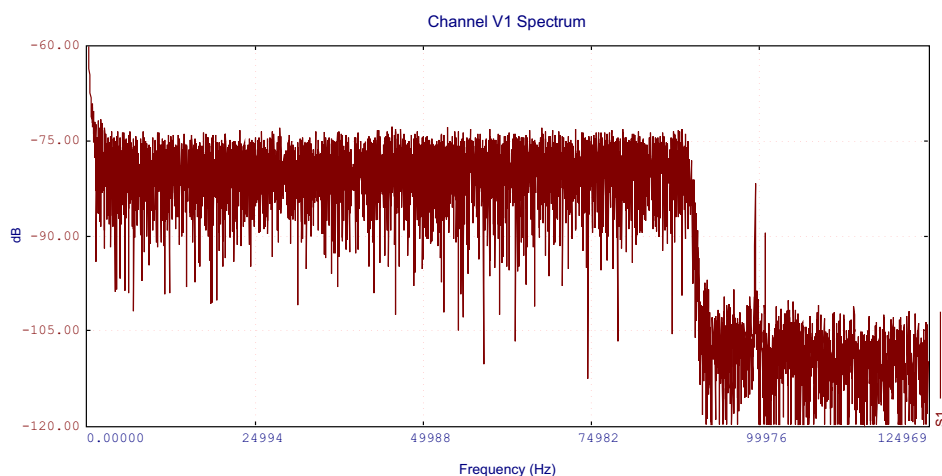


図 10 プレミアムフィルター未接続時の 1 kHz to 90 kHz 規定ノイズ.

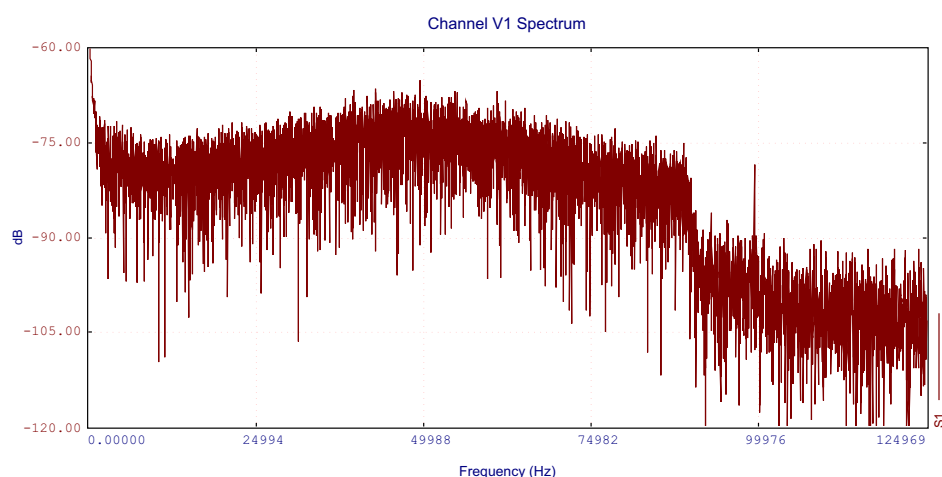


図 11 プレミアムフィルター1 の 1 kHz to 90 kHz 規定ノイズ (Cutler Hammer)

ノイズテストは、いくつかのフィルタリングの動き、または不利な共鳴の状態も発見するために実行されました。図 17 は、何も接続されていない 1kHz から 90kHz のランダムノイズスペクトルを示しています。このノイズは 60Hz の基本波形に重畳されました。

プレミアムフィルター1 (Cutler Hammer) の反応は 18 図です。およそ 48kHz を中心に共鳴のピークがあります。そのピークでは、共振のために信号を 2 倍増幅しています。プレミアムフィルター1 (Cutler Hammer) はこの範囲の周波数(典型的なドライブスイッチング周波数と切りスイッチング周波数高調波)においては、少しのフィルタ動作を実行していません。-75dB 以下のノイズ低下が全くなく、装置を接続していないノイズのレベルです

3.5.2 EP2000 周波数反応

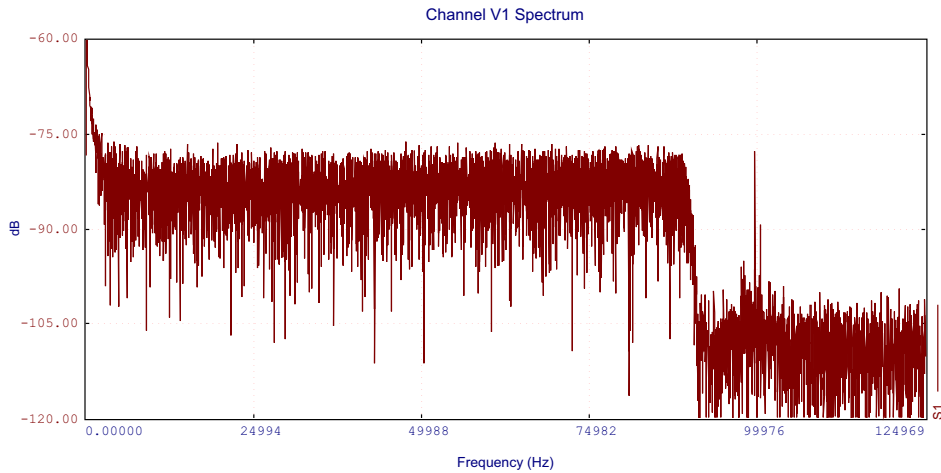


図 1 9 1 kHz to 90 kHz までの E P - 2 0 0 0 未接続のスペクトラム

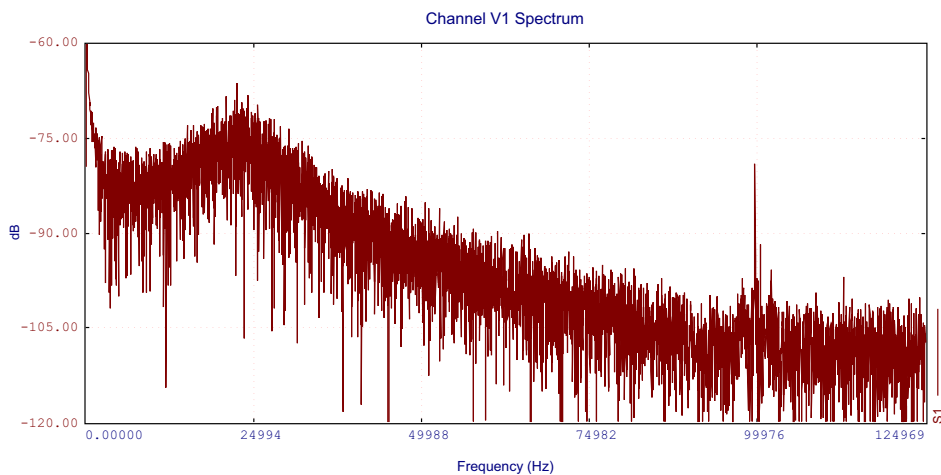


図 2 0 . 1 kHz to 90 kHz 間での EP2000 接続時のスペクトラム

一方、E P - 2 0 0 0 は高周波フィルターとして図 2 0 のように顕著な特性を示します。プレミアムフィルター 1 (Cutler Hammer) とおなじように、およそ 24kHz 付近に共鳴ピークを持っています、しかし、それははるかに狭い範囲であり、広範囲な周波数の、より少ない増幅ですみます。共振の大きさは、プレミアムフィルター (Cutler Hammer) とほとんど同じであり、およそ 2 倍の増幅を発生させています。E P - 2 0 0 0 はノイズスペクトルで - 7 7 dB 以下まで低下するす顕著ないフィルタリング特性を示します。7 0 kHz 付近では - 7 7 dB より 1 9 dB も低く、おおよそ、1 / 1 0 にノイズを減衰しています。

3.5.3 Psytronics 周波数反応

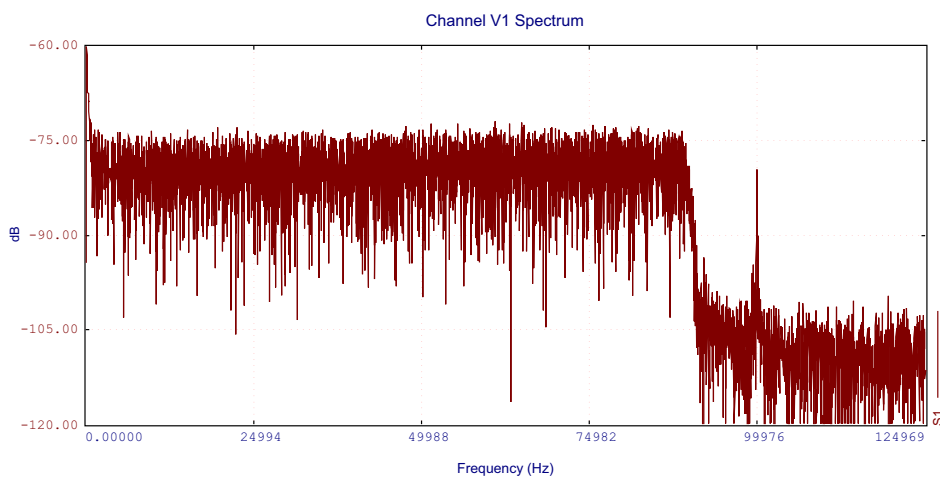


図 2 1 . 1 kHz to 90 kHz のノイズスペクトラム プレミアムフィルター 1 未接続.

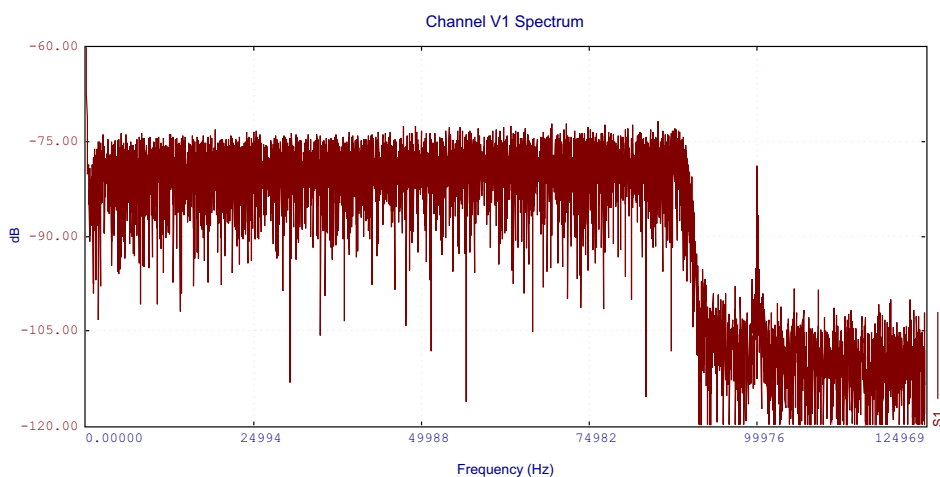


図 2 2 . 1 kHz to 90 kHz のプレミアムフィルター 2 接続 ノイズスペクトラム

図 21 と 22 を比較すると、プレミアムフィルター 2 (Psytronics) がフィルター機能がないことのデータを提供しています (開放回路における、1kHz から 90kHz の範囲)