

theremino
•the•real•modular•in-out•

Theremino システム

FWHM を最小限に抑える

削減のための方法
行幅
の **NaI (TL)**、**CSL (TL)** と **BGO** と
シンチレータ結晶

感謝

このドキュメントでは "我々は"それは得られた結果は、共同作業の結果であることを強調することが重要である、複数のフォームを使用する理由を説明する必要があるがまず第一。多くは、最初にすべての、研究に貢献してきた [アレッシオジュスティ](#) これは、リファレンスとなる実用的な実験の大部分を果たしてきた一定の源となっている。しかし、また、 [ロベルト・シナ](#) 誰が忘れることなく、システムThereminoの基礎を設定するために助けた [アンドレアボシ](#) 誰がソフトウェアテスト、面白いアイデアや有用な示唆を手伝ってくれました。しかし、また、 [スティーブンSesselman](#) の [ガンマ壮大](#) これはFWHMの改善を刺激している。昨年また、追加しました [のぶ駒形](#) 変換されていること [超プロフェッショナルアプリケーションにThereminoMCA](#)。その後の何百もあります [実験者](#) プライバシー上の理由のために、我々はここにリストすることはできませんが、テストの数が多いに貢献しており、多くの写真や提案を送信した。最後に、そこにある [リビオCicala](#) の (I)、それはすべてのアイデアやアドバイスを合成して "汚い仕事"の大半を行っている。

抽象的な

このドキュメントでは、我々は合理的な価格で利用できる通常の結晶シンチレータのFWHMの値を最小化するために2012年と2013年に同定されていることの方法を説明しています。これらの結晶は、時にはシステムHPGe (ハイパーピュアゲルマニウム) に好適である (液体窒素のタンクなし) 価格であるだけでなく、光とポータブルのシステムを使用できるようにする

通常使用されるシンチレータ結晶、ナイ (TL)、Cslの (TL) とBGOは、ほとんど有用な限界まで、貧しい解像度を持っている。これらのシステムでは、同様なエネルギーを有する同位元素の線を区別することは困難である。また、ラインの拡大は完全に低濃度と活性を持つ同位体のためのラインを消えるなりノイズのカーペットを作成します。

解像度でさえ小さな増加し、我々は彼らを許さテクニックの説明を続行するために、顕著な成果を達成でショーを始めましょうラインの視認性に大きなメリットを生み出す。

結晶と改善の解決

ネット上で入手可能な資料を以下のFWHMの値が最小とみなされるまで (1) :

- のNaI (TL) = 7%
- のCsI (TL) = 8%
- BGO = 11%

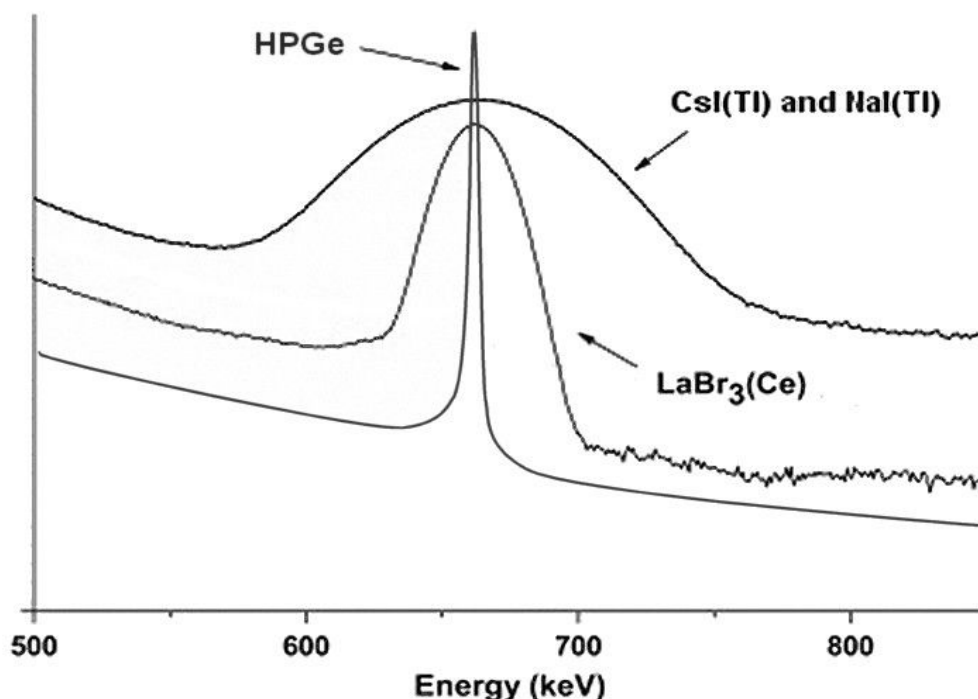
あなたは私たちが本稿で提示するすべてのテクニックを適用する場合は、次の値 (さらにいくつかの研究者のデータによると、良いものを) に達することができる:

- のNaI (TL) = 5%
- のCsI (TL) = 6%
- BGO = 8%

(注1) このページでは、この文書全体を通して、FWHM値は常にkeVのはおおよその値であり、セシウム137と662と呼ばれ、自然の定数としてそれらを取ることはありません。ソフトウェア、ハードウェア、水晶とそれがどのようにPMTに結合されているに応じて、実際の値でも1%ポイント、示されたものと異なる場合があります。

解像度は比べ

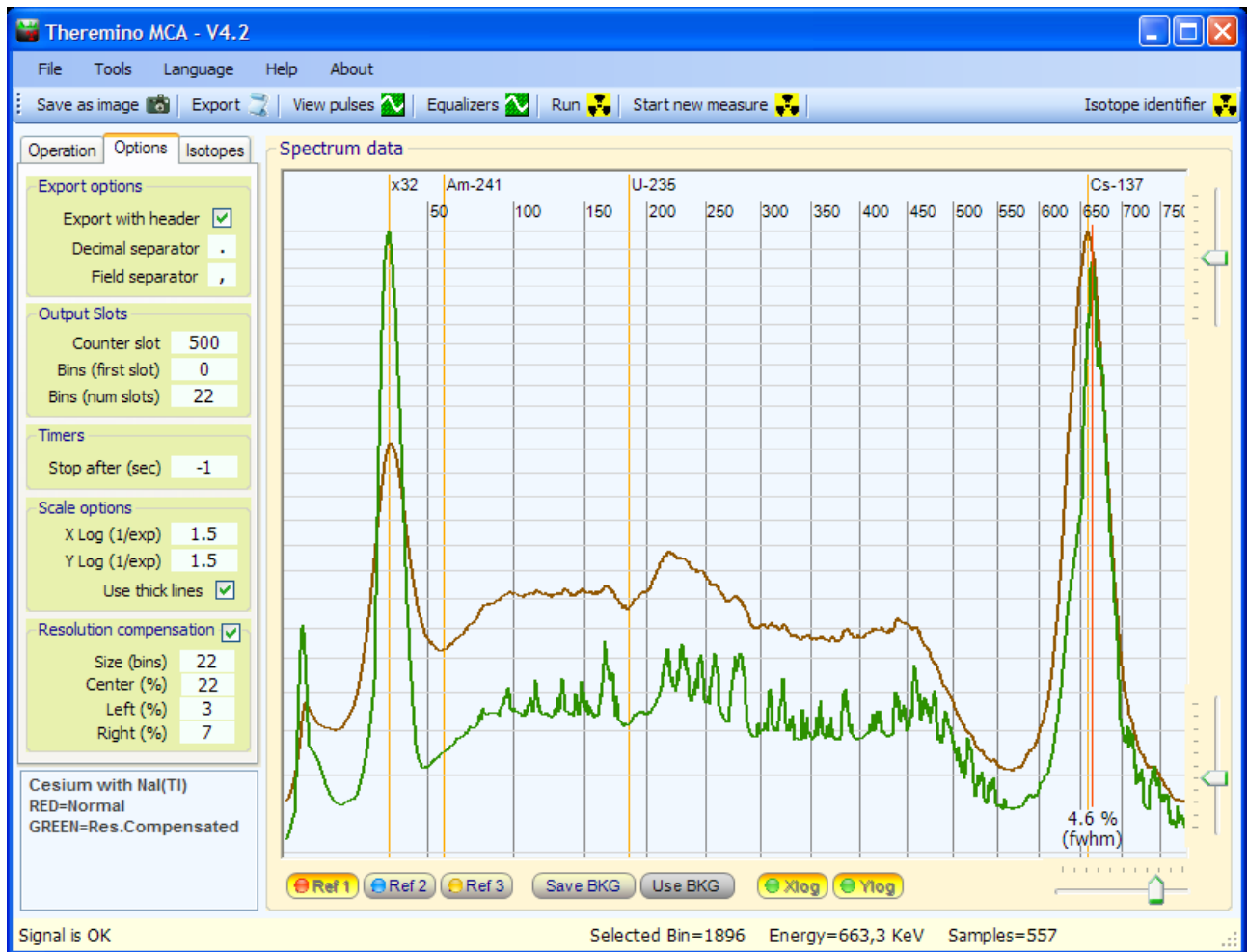
これは、検出器の主な種類によって生成ラインの近似登場です。



我々是可以できるように提案する手法 通常のシンチレータのNaI (TL) 、はるかに高価LaBr3 (CE) とほぼ同じ解像度で得 理論的にはプローブLaBr3と私たちのソフトウェアには、2%FWHMに得ることができると、私たちが計画していることを解決するための補償に今後の改善で、我々は信じられない1.5%まで行くことができる

次の3ページのイメージに示されているように地面から芽になりラインを締めて加えてFWHMの値を減少させるには、さらに低い行を感じた。

セシウムと例

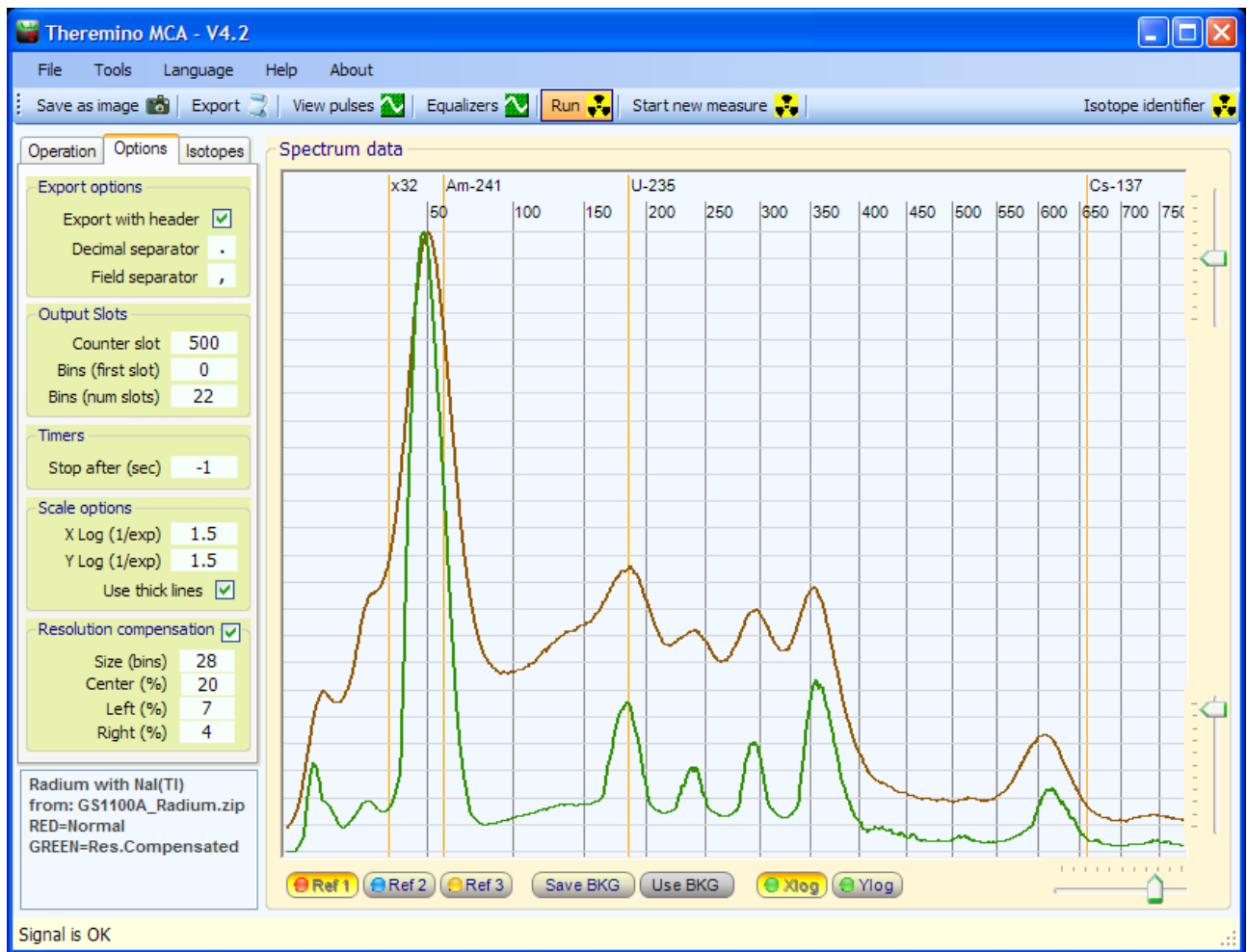


ここでは、FWHMの相対（このグラフに示されていない）の値が6%であった（赤線）私達の処分
で最高プローブナイ（TL）で測定したセシウム137のサンプルを参照してください

その後、プローブと試料を移動せずに、だけ有効にすることで、アルゴリズム "解像度補償は"
4.6%のFWHM（グリーンライン）でグラフを持っている

"解像度補償"のコントロールパネルは、以下、左の列に表示されている。

ラジオとの例



ここでは、平凡な解像度（赤線）からプローブを用いて測定されたRa-226のサンプルを参照してください

同じデータファイルには、再度、アルゴリズム "補償決議"活性化（緑線）と読んでいた

ここでは、メーターのFWHMを有効にしていない、ラジウムのFWHM値は、常に非常に高く、通常は使用しないでください。

方法FWHMの2点を "ピックアップ"する

1から16までの手法の詳細については付録1〜16を参照してください

低電流、単一の容量配線とツェナーとトランジスタとの奇妙な何でPMTの1) 配線。

2) USB、無別電源、無ループ大衆から電源を入れます。

丸みを帯びた先端 (ガウス) を私達は約 100 のパルスを作成 3) フィルタのシグナル・コンディショニング

4) (ゼロラインをスイングしないように) 零点 - 極を削除する

フィルタ後と dell'all'ADC 前に、約 30 デシベルの 5) プリ信号増幅

ノイズ (最大 500uV PP、その後何も回路 "混雑"とワイヤーのフル) 低下 6) マニアック手入れ

ADCの前に 7) ハイパスフィルタ (低周波ノイズを除去し、バイポーラパルスを生成し)

8) 16ビットADC (我々のアプローチは、"すべてのソフトウェアを" 14ビットは最低限です)

9) 高サンプリング周波数 (パルス毎に少なくとも 20 サンプル)

10) ここからすべての高レベルのソフトウェア、上の。何 DSP、組み込みシステム、および変化 hardwarume。

11) ピーク幅の精密測定 (最高 SampleHold ハードウェアのパルスの "難しい")

12) ベースラインが復元とゼロラインのオフセット補償。

パイルアップの 13) 識別。

14) あまりにも "うるさい"パルスの同定 (ノイズ、リングング、または玉突き事故ゼロ線不正確)

15) エラーおよびパルスの形状の表示制御の数、量と種類を見つける。

16) 結晶の分解能の補償。

で示される技術は、(1) - (15) に関する点の FWHM を低減させている。2012 年末まで、(前バージョン 4.0 ThereminoMCA に) 彼らは 6%FWHM に得ることができたと それ以上の改善は可能と思われません (文献に記載されたものとは非常に異なっていません)

技術 (16) "結晶の分解能の補償、"バージョン 4.0 以降 (2013 年初め) が生産している 独り フルポイントの別の改良。

これらの技術のどれがFWHMに影響を与える

すべてのポイントは、FWHMの値に影響上場。

ドキュメントには、"理論的な"唯一のFWHMの値に関連するこれらの技術のいくつかが、実際には、(実際のインパルスとと邪魔) 最小FWHMがチャートにガンマ線から、チェーン全体を最適化することによって得られることを示唆しているかもしれません。

詳細は直接、そうでなければうまく機能しない可能性があり、その後の技術のための準備として、FWHM影響に接続されていませんが。

これらの主張を証明するだけで一つずつ、ソフトウェア ThereminoMCA の様々な領域を無効にして従うこと FWHM の変更を参照してください。ノイズについては、ADC およびソフトウェアの方法で変更できない他の要因のビット数は ThereminoMCA の外部に存在する。たとえば、アプリケーション Theremino_AudioExamples とホワイトノイズの増加量を追加します。

付録1 - PMTの配線

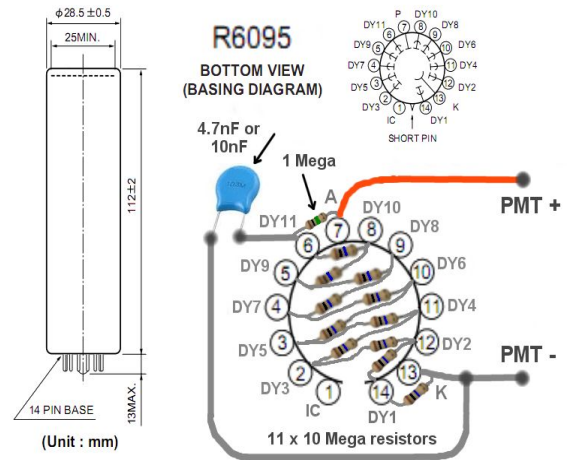
あなたはこれらのヒントのノイズが増加に従わない場合には、パルス幅の高感度測定が乱れ、及びFWHMの値が増加されます。

低電流

唯一の低電流PMT（100メガオーム上記全抵抗）を使用すれば、適切な方法で電源をフィルタリングすることができますし、最小限にノイズを低減。

しかし、そのようなScionixなどの一部のメーカーは、彼らが50,000 CPS以降までの測定非直線性を最小限にするために（470Ω）が非常に低い値の抵抗を使用しています。

あなたは50000 CPSを測定した場合私たちのアドバイスは、センサーを線形化することではなく、できるだけ早く逃げるためではないでしょう。



高インピーダンス・プローブによる測定放射線源

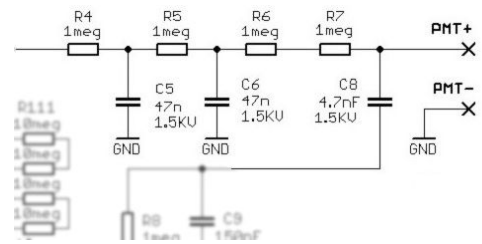
低電流でも我々のプローブが完全に線形スペクトルと非常に "ホット" な情報源を測定することができます、次の手順に従ってください。

- 1) この測定では（数秒）すぐにサンプルに近いプローブを配置し、CPSを測定し、カウントと直線の値がカウントされませんができます。
- 2) それは500未満CPSを取ることで十分消える（ソースが大きい数メートルであっても）、これは、プローブとそれらの対策の健康のための両方に適しています。
- 3) 安全距離に応じてスペクトルの補数のを待ちます。結果のスペクトルは470K抵抗で50000 CPSとプローブで得られるものよりはるかに線形になります

高電圧フィルタリングコンデンサ

PmtAdapterの二重フィルタセルは、すでに1500ボルトに豊富で、珍しいコンデンサ47 nFのを使用しています。470K抵抗でPMTのためにこれらのコンデンサはマイクロファラッドでなければなりません。

それだけのコストではない、1μFのから1500Voltへコンデンサは巨大でも非常に危険である。



いいえ、"奇妙な"部品ません

PMTを接続するときは、トランジスタとツェナーなどのコンポーネントが存在しなければならない。彼らは飽和に近い領域でも直線的な対応をして設計されていますが、私たちに興味の弱い信号で私たちは、その状態から遠く離れていると役に立たないされています。その一方で、あらゆる種類の騒音、高い消費電力や欠陥を作成します。

この種のエラーは、（例えば、すべてのコストで線形化）時に、全体的なパフォーマンスを犠牲にしていくつかの詳細の重要性を過大評価設計 "学校" の典型的なものである。

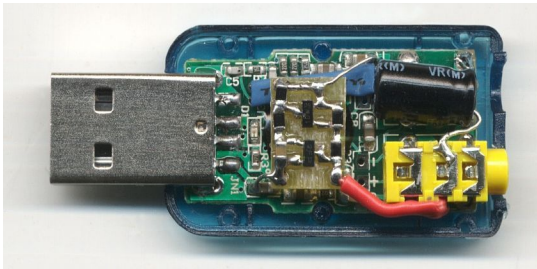
付録2 - USBからの電源供給

これらのヒントのノイズが増加に従っていない場合には、パルスの振幅を妨げる、およびFWHMの値を増加させる

別個の5ボルト電源ません

あなたは同じケーブル上の信号に従うUSBからの電力を使用しない場合は、必然的に容認できないノイズの増加を引き起こすグラウンドループを作成します。

電源とハイパスフィルタで修飾されたサウンドカードを使用して



あなただけがこのようにグラウンドループを排除し、同じケーブル信号にパワーを持ってもらうファイルPmtAdaptersに示されているようにサウンドカードを変更することによって。もちろん、あなたは、マザーボード上のサウンドカードではなくても、高価なSoundBlasterの上でこれらの変更を行うことはできません。

そこに192 KHzで、低コスト、これらのクーポンサンプルにだまされ、100 dB以上の信号対雑音比を持っている

る。

私たちが提供しています何のために完璧でも100ユーロからの多くのカードより良く、よりです。

"プロ"の電源がありません

サウンドカードに信号を運び繊細な接続上での50Hzでの必然的なノイズの原因となって、主電源からの電力供給を接続されている。

また、これらの電源は、我々が必要とするいくつかのUAに対して1ミリアンペアを提供する、完全に別の用途のために作られたが、少なくとも彼らは耐えられないほど高いノイズを持っています。この電源は、メーカーの仕様によるとしている "フルスケールの0時01分%"のリップルその後： $10KV/100 * 0.01 = 1$ ボルトPEP (私たちより何倍も何千倍も大きい)

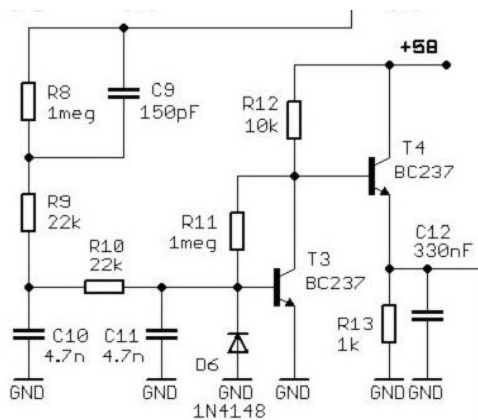


これは1ミリアンペア〜10KVから美しい2475ドルからPS355、スタンフォードリサーチシステム(10ワットである)である

チューブPMTのための'少し死刑、のための素晴らしい、ただ過ち"kaputt"(PMT望みを絶たれた、または人間kaputt、あなたが行うことをエラーに応じて)

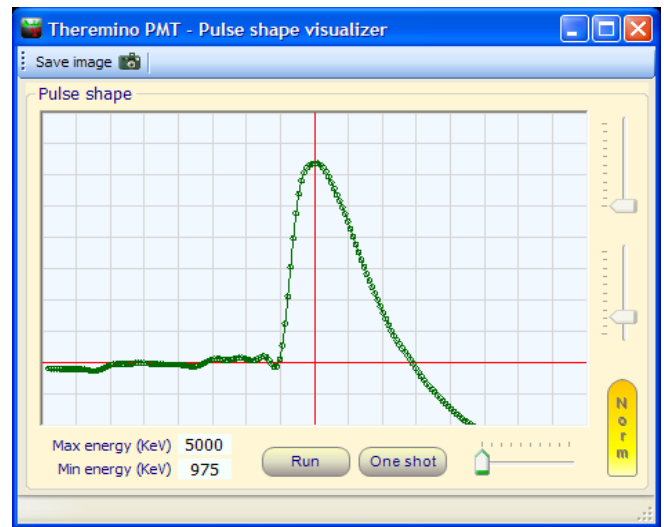
付録3 - シグナル・コンディショニング

フィルタのシグナル・コンディショニングは、丸みを帯びた先端（ガウス）で約100たちのパルスを作成



100
以上
に引
き伸
ばし
パル
ス

は、私たちは、あなたが多くの点でパルスをサンプリングし、正確な測定を行うことができます。

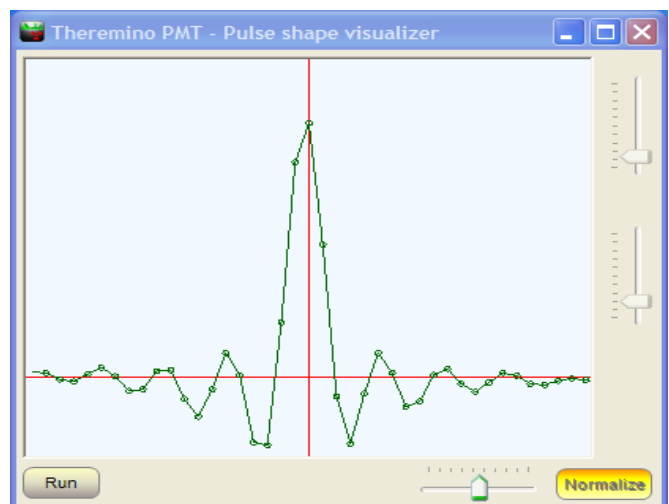


代わりにあなたが見ること右の写真は非常に狭いパルス、5私たち（水平スケールが20倍に拡大されます）で

あなたは、高精度と、その先端の高さを見つけることができませんので注意してください。

急峻なエッジを持つパルスはまた、"リングング"（起伏前、パルス後）と"リングング"それは難しい正確にゼロの位置を測定することがたくさん生成されます。

その後4 MHzで約、あなたは我々よりも20倍以上の周波数でADCを使用する必要があります前の画像と同じ精度でこのパルスを測定するには

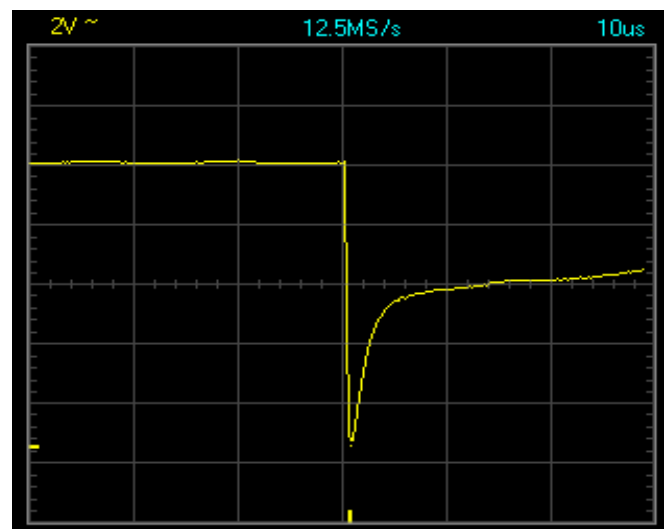


しかし、ここでは、フィルタの拡大なしでPMTの元のインパルスを見ることができます。

多くのMCAハードウェアが直接、それが狭いパルスを測定するために、高速ADCを使用するのに十分であると考え、これらの衝動を使って、これは本当ですが、それは速くなるでしょうか？

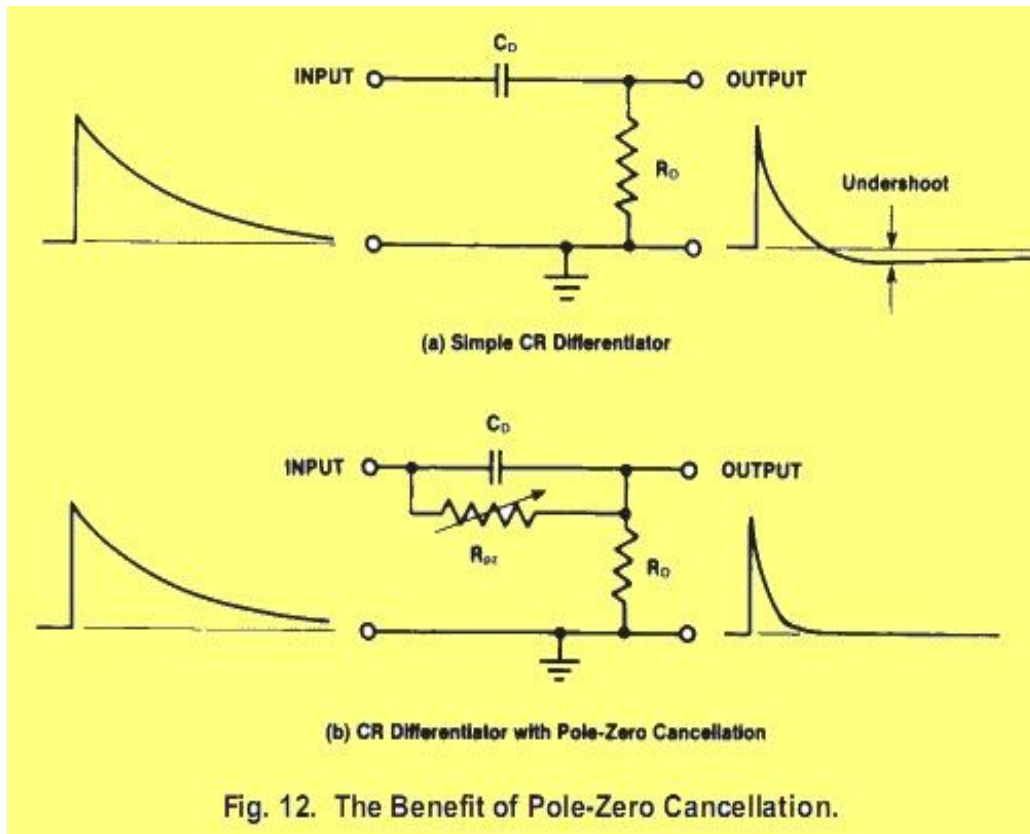
パルスが狭く、先端がスパイクされて（しない外観ガウシアン付き）1私たちは、ここで表示されますが、針先の部分は0.5私たちかどうかである必要があります。

同じ私たちの精度を持っている、それは40MHzのADC（0.5当方当方で割った当社198キロヘルツ〜100）だが、40MHzのADCを使用してガンマ線スペクトロメトリーのためのないシステムを取るだろう！



付録4 - 極 "ゼロ" のキャンセル

ザ ポールゼロ C言語ancellationはゼロラインの揺れを最小限に抑え、ベースラインレストアの仕事を容易にした。



よく文献に記載されている "ポール・ゼロキャンセル"、"アンダー"を排除し、最短時間でゼロになるパルスを生じます。

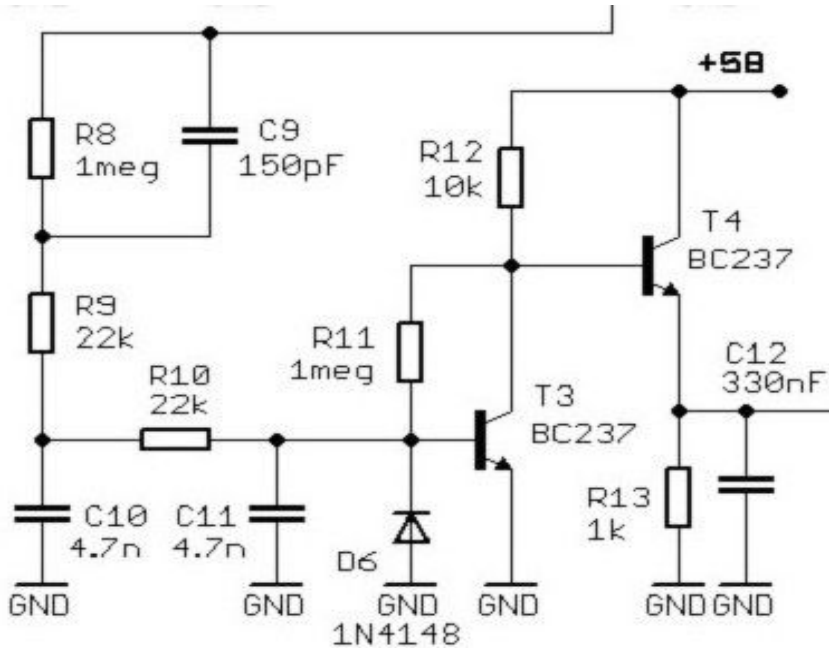
全くパルスアンダーハイパスフィルタするための前提条件ではないことは、その後、完全に "バイポーラ"パルスを生じることができます

ハイパスフィルタおよびバイポーラパルスは、次のページに説明する。

付録5 - プリアンプ

フィルタを通過した後とADCに行く前にPMTからの信号は、約30dBで増幅され、インピーダンスを低くする必要があります。

あなたがADCのフルダイナミクスを得ないかもしれないプリアンプがないと、ノイズが増加するとFWHMの値を増加させる



トランジスタ T3 は、フィルタで多くのことをダウンした信号を増幅する。

T4トランジスタとキャパシタ 330nF は、信号導体は、電源リード線と主に起因する外乱と結合するために収集することができ、ノイズを最小限に抑え、出力インピーダンスを下げる。

このプリアンプは、ADCのために最も適したレベルに信号をスライドさせる。

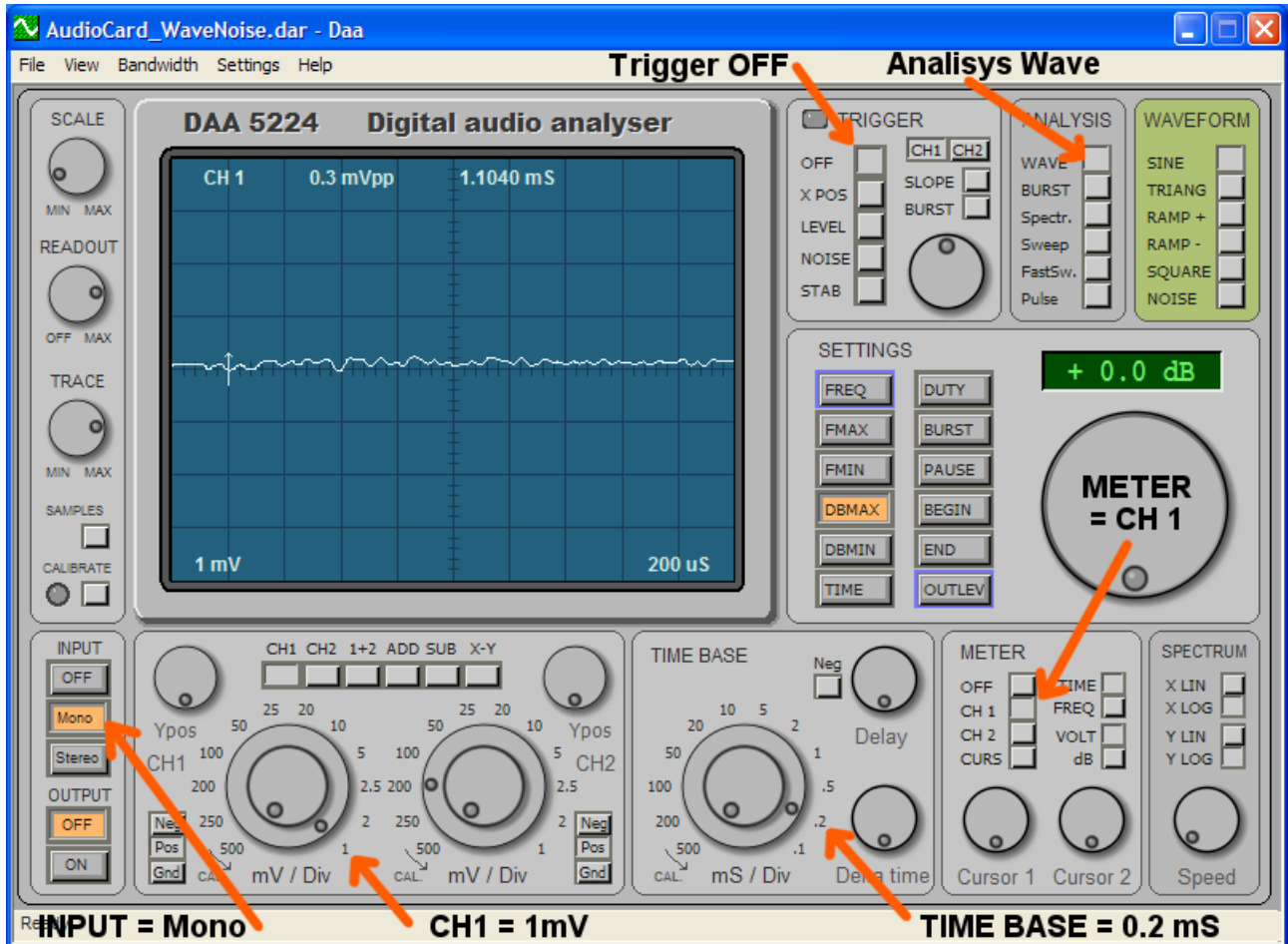
信号を超えた場合、それはあなたがダイナミクスを失う低すぎるとノイズが増加する場合は、1ボルトのADCは飽和状態。

適切な電圧値を調整した後、PMTの増幅と、それは動的を最大化し、可能な限り最大比信号とノイズとの間の（100dB以上）を得る

付録6 - ノイズ

繰り返し説明したように、"回線がビジー"とワイヤーと無DSP、エスカレーターや他のガジェットハードウェアの完全な、ノイズを低減するには細心の注意を必要としません。

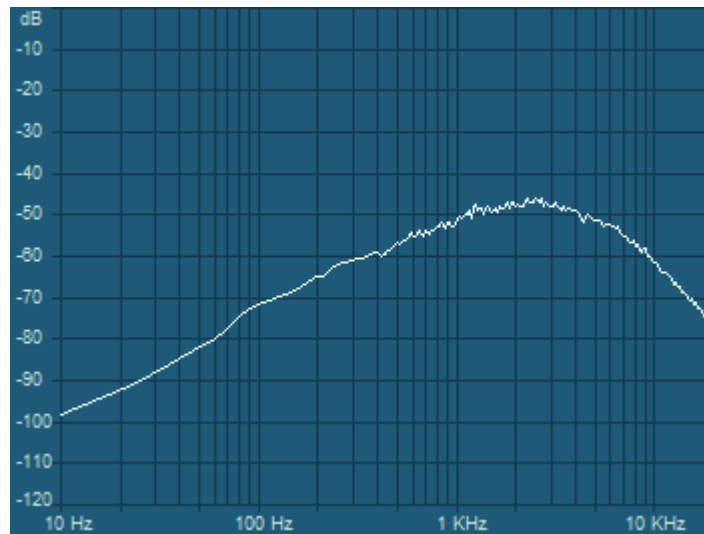
ノイズ、パルス幅およびより大きいFWHMの測定における大きな不確実性が高い。



あなたが私たちの指示に従った場合は、この画像のように、300のUV PPに得ればノイズが良く、500uV PPを超えてはならない。

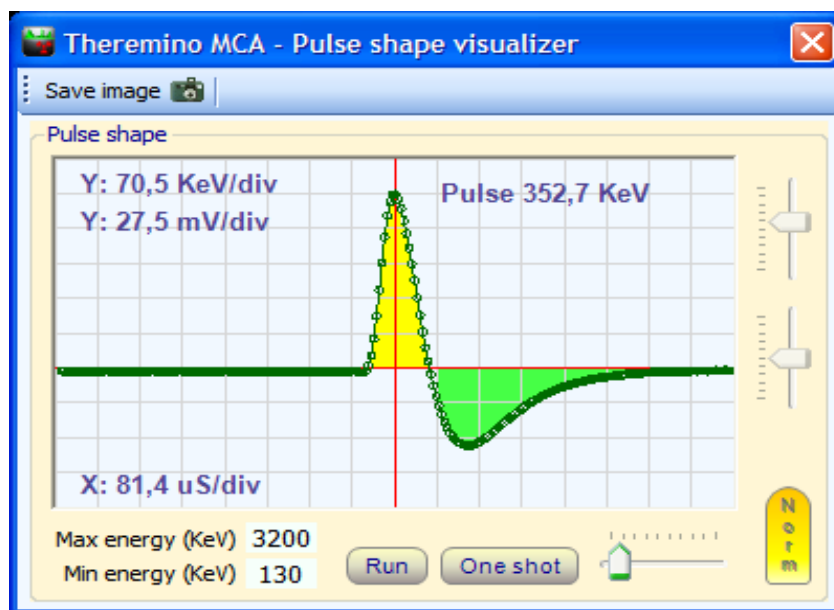
1ボルト（約あなたがミキサーを調整し、ファイルPMtAdapters.pdfに示されているように、ADCを無効にした場合に取得することを条件） - 電圧測定値は、ADCは+/で飽和しているとのキャリブレーションと呼ばれ

付録7 - ハイパスフィルター



これは、信号のコンディショニング回路後のパルスの平均スペクトルである。エネルギーの大部分が2から3キロヘルツの領域に集中していることに留意されたい。

この考察は、私たちは低周波ノイズの最小化と50または主電源からくる60Hzのハムに遍在の排除など、多くの利点を生成ハイパスフィルタ3キロヘルツとサウンドカードを変更することができました。



FILTERハイパス、ならびに低周波ノイズを除去するため、インパルスは "バイポーラ" (緑色領域の面積に等しいイエローゾーン的面積) に変わり

バイポーラパルスはゼロへの高速リターンと揺れのほぼ全廃ゼロラインを確保する。これは "ベースラインレストアラー"のその後の仕事を容易に

付録8 - ビットADC

私たちの "すべてのソフトウェア"アプローチを14ビットが最低限です。

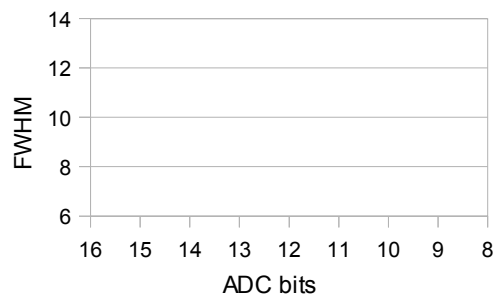
しかし、16ビットを使用すると、彩度の一定の心配（あなたも増幅されている場合）またはダイナミクスの損失（あなたが少しを増幅する場合）することなく、快適に作業することができます。12ビットとFWHMポイント以上向上し、ダウン10ビットの大幅増加。

我々は徐々にソフトウェアのビットを排除し、FWHMの結果として増加を見ることによって、上記の文を確認しました。我々のテストを繰り返すために、我々は "DataArrived"モジュールに次の行を追加する必要があります "WaveRecorder。"

WaveInBufferは、 $(i) = K * \text{CINT}(\text{WaveInBuffer}(I) / K)$

// Kで= 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 ADCビット15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8を分解する

ADC ビット	FWHM
16	6.4
15	6.4
14	6.6
13	7.1
12	7.9
11	8.5
10	10.2
9	9.7
8	12.5



このランダムテストのいずれかの可能な影響を排除することが、テストを繰り返して、同じ時間と数回同じデータファイル（ファイルセシウム137はスティーブンSesselmanによって提供され、当社のウェブサイトですべて入手可能）を使用して、同じ条件で常に行われていた値は "近似"多くの要因（例えば、"ベースライン"のパラメータ）であることを覚えておいても、多くのポイントを変更することができます。14、15時の値、16ビットが、値は10、9、8ビットはパラメータに非常に依存しており、ADCと11に少し変更します。9ビットFWHMが再び下落することにも注意してください、これは破棄パルス相対によって排除される可能性のあるエラーのいくつかの異なるメカニズムが介入していることを示します。

廃棄は、8ビット値（70%以上）パルスのほとんどは、約10%の12.5%から低下した。しかし、その後破棄は、ほぼすべてのパルスが、その後ひどく対策が遅く、彼らはそれ以上の改善が得られない。

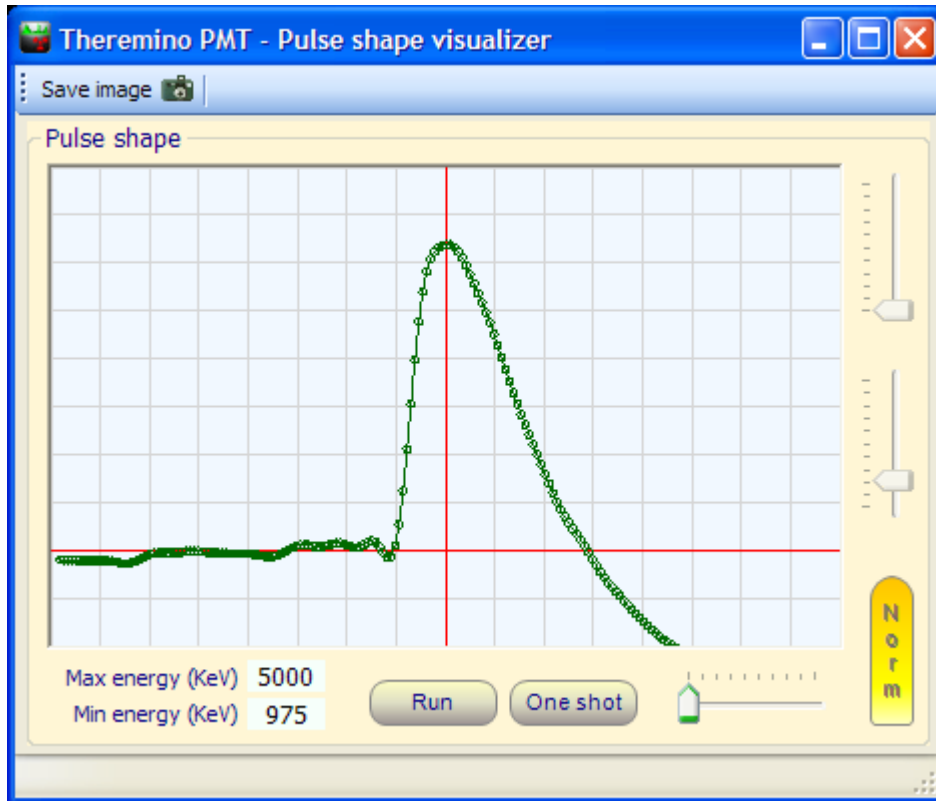
さえ不正確で、いくつかの要因に依存している場合ただし、このテストは、ADCは、少なくとも14ビットでなければならないこと、すなわち、2012年の完全に我々のテストを確認します。

一部の資料は十分に8ビット（スライディングスケール）であってもよいことを主張するが、それらの条件にしたい人には、ハードウェアですべてを行うとサンプルホールドのハードウェアを使用する必要があります。これらの同じ文書は、あなたはかなりの自主制限を解決することはできませんされるように行うことによって、彼らはFWHMを下げるできないこと（あるいは気付いていない）を書くことを忘れない。

このようなスライディングスケールと、サンプルホールドなどの急峻なエッジを有するアナログ・デジタル・コンポーネント 繊細なアナログ信号を結集することが極めて困難であり、多くのノイズを追加する おそらく 我々はあまりにも考慮することを10倍ノイズ。

付録9 - 高サンプリング周波数

サンプリングレートは、パルスの幅に匹敵する必要があるが、我々は100以上の私たちの広いパルスで192 kHzまでの周波数を使用しています。結果は、パルスの高さに加えて、よく測定することが許可されているパルス当たり20のサンプルまた、その形状、ノイズ量とベースラインの傾きなどの他の重要な特性、。



このイメージに先端付近におけるサンプリングの数が多い（緑の点）に注意してください。

場合は、8または10を、彼らは私たちのほとんどの分数になると、あなたが40MHz以上のADCを使用する必要があります、40 MHzのADCは使用することは困難であり、多くを消費し、非常にいくつかのビットを持っている私たちのパフォーマンスを得るためにパルスストレッチしない場合大丈夫。

あなたは40MHzのでサンプリングできたとしても、その後、継続的に彼らが出てくることを毎秒以上のデータが40メガバイトを分析することができますはずです。はるかに少ないとの正常なPCや組み込み機器でこれを行うことができませんでした。

したがって、ハードウェアシステムをどのように行う？彼らは、サンプルホールドハードウェアを使用したときにカチッと音がハードウェアで決める。そして私たちは"正確に"パルスの先端を見つけ、できるだけ正確にそれを測定するアルゴリズムのために行う作業の終わり頃に、それは少し知性でそのスナップ二つのトランジスタに依存しています。

ハードウェアのサンプリング方法があまりにもラフである、とすぐ後で少し早いか少しを取ってノイズがあるようにパルスが、間隔広く、清潔である場合にのみうまく動作しますが、...我々はミスをしたくないことをこれらのほとんどのエラーは、私たちはより多くのFWHMのある部分をこすり取ることができます正確に何ですか。とFWHMの多くの村では、最終的に我々が得ることができたことを、全体のパーセンテージポイントを作る。

付録10 - ここから、すべてのソフトウェア

アナログとデジタルエレクトロニクスは、魅力的ですしかし、あなたはできるだけ控えめに大きいとそれを使用する必要があります、それは以下のディスクリット部品を溶接し、より良いされて、すぐにデジタル信号に変換する必要があります。

ハードウェアの事実でアルゴリズムはそれを中心に展開し、他のノイズからの漏れ電流、寄生容量、リングング、50Hzのネットワーク、エラーが設計を忘れずに、複雑さの制約から狭い部分で、どのような彼らがすることができます行う、湿った、トリマースクラッチ、それらを分解する時間。

デジタルのアルゴリズムを作ることは全く別の計算精度とノイズの合計が存在しないことを可能にし、我々はFWHMの多くの小割を回復することができますこと、これだけです。

我々のアプローチはアルゴリズム重いバッファとすべてのサンプル、一つずつのデジタルフィルタを適用することができます、単一のクロックサイクルにおいて、浮動小数点乗算を行うことが可能なCPUと、ソフトウェアでのみ可能やって全てです。

あなたも携帯電話と組み込みシステム、DSP、ATMEL、ARMやPIC（また、シリーズ32）とでこれを行うことが可能。それらは、必要な電力を持っていないと複雑なソフトウェアの開発に適した開発環境を持っていません。

それは、高標準、可能なすべての施設に開発環境での作業中に、これらの結果を得るために年かかった。ATMEL、PICや携帯電話で、DSPで同じことを行うと、暗闇の中で本を書くようにとダチョウの尻尾の代わりにペンであろう。

それが可能であると考えている誰もがそうしようとする必要があります、我々のソフトウェアは、すべてオープンソースである...

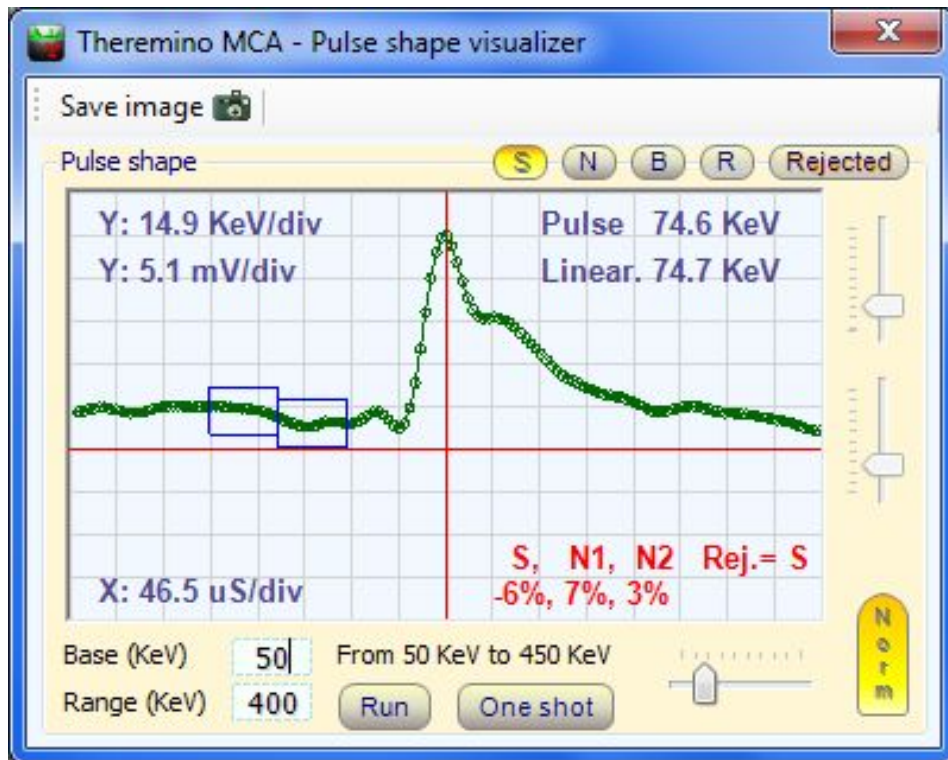
その後、小さなディテールがあるだろう...なぜですか？

- 1) 上の言説に説得力はありません "電力は、ハードウェアが追加された"のではなく、それは我々が今行うすべてのことを行うことができるように奇跡だろう。
- 2) DSPのような高速なハードウェア、そんなにもそのデジタルノイズの我々が 200uV、ハードウォン、もはや引き付けるんだろうが生成されます。
- 3) ハードウェアを追加し、それは見返りに何の利益なしで、コストと建設の難しさを増加させる。

あなたが取得したいという "利点"がポータブルオブジェクトである場合、ネットブックやタブレットまたはさらに CE 規格の電源、キーボード、および画面はちゃんと大提供し、また電池および充電器 EeeBox をお勧めします。手ですべてを行うことなく、唯一のネットブックよりも小さいポータブル、ワイヤとすべてのすべての完全な靴箱で自分自身を見つけるために。

あなたが必要な場合は、当社の請求についての疑問は、過去30年間のすべてを試みていると誰もが簡単に6%へと5%から取得することができます我々のアプローチでは、しかし、はるかに7%を下回っていないことを考えてみましょう。

付録11 - パルスの精密測定



4.5 正方形または5の正方形であり、このインパルスの高さを測定してみ？

それを言うのは難しい？

十分なエラー 画像の20分の1 追加する 1%FWHM

以降では、我々は、パルスの高さを測定する精度で、FWHMの下限值は、結果として得られる。

時には、多くのパルス隣人の騒音や人ごみの存在は、それが困難な高さを測定することができます。

さえスイングゼロのラインの存在又はパルス測定の精度を悪化させることができる先行領域にリングングが存在する。

とも低い（緑のドット少し密）のサンプリング周波数は、測定の不確実性が増大します。

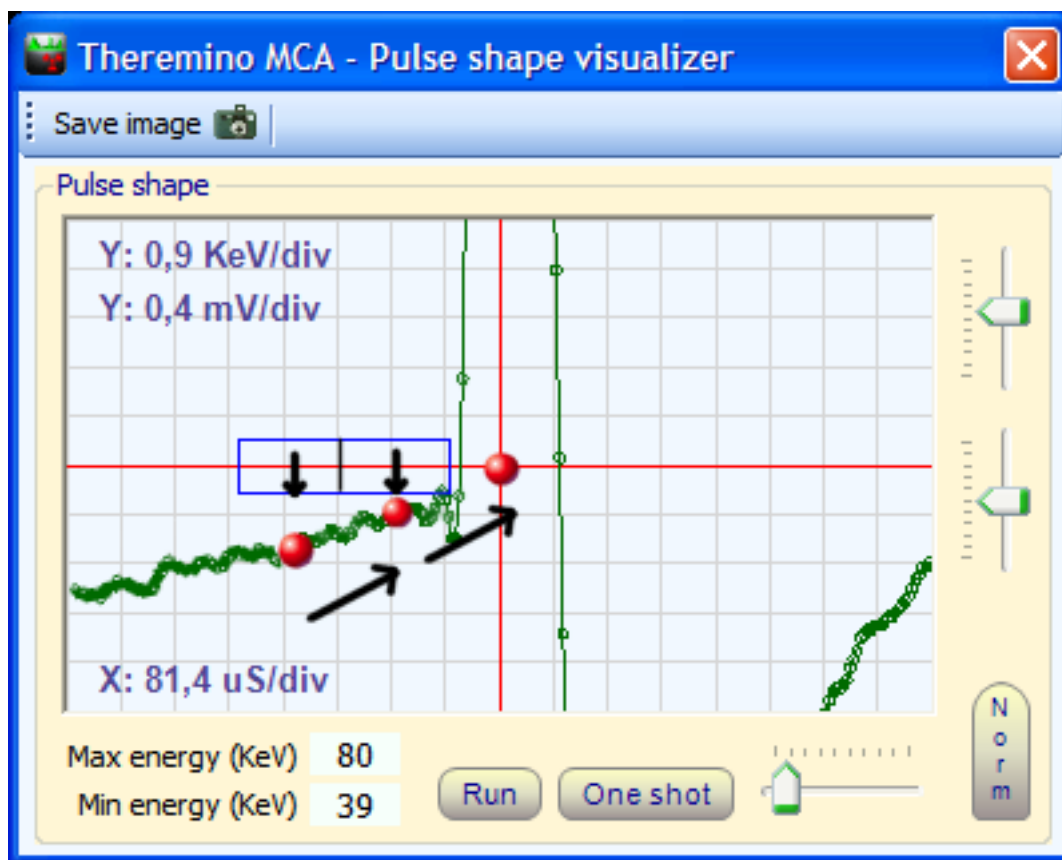
ADCのビットがいくつかある場合と同じことが起こります。

測定誤差が小さい場合はパルスが行に隣接ビンに終了し、FWHMの値を増加させる。エラー（パルスの中心を識別するための間違いである場合のように）大きい場合衝動は完全に間違ったビンで終わるし、ノイズフロアが増加します。

パルスと、エラーのビューアなしで働くシステムでは不正確に測定されたパルスの数は、あなたが正常に思うだろうよりもはるかに大きい。いずれかによって問題のすべての原因を1ダウン狩りした後も、我々はそれに気づいていた起動しない、それはパルスのシステム "通常の"数はさらに10%以上間違っていることが明らかになりました。そして、これは誰もが正常と見なし高ノイズフロアの原因の一つである。

付録12 - ベースの復元

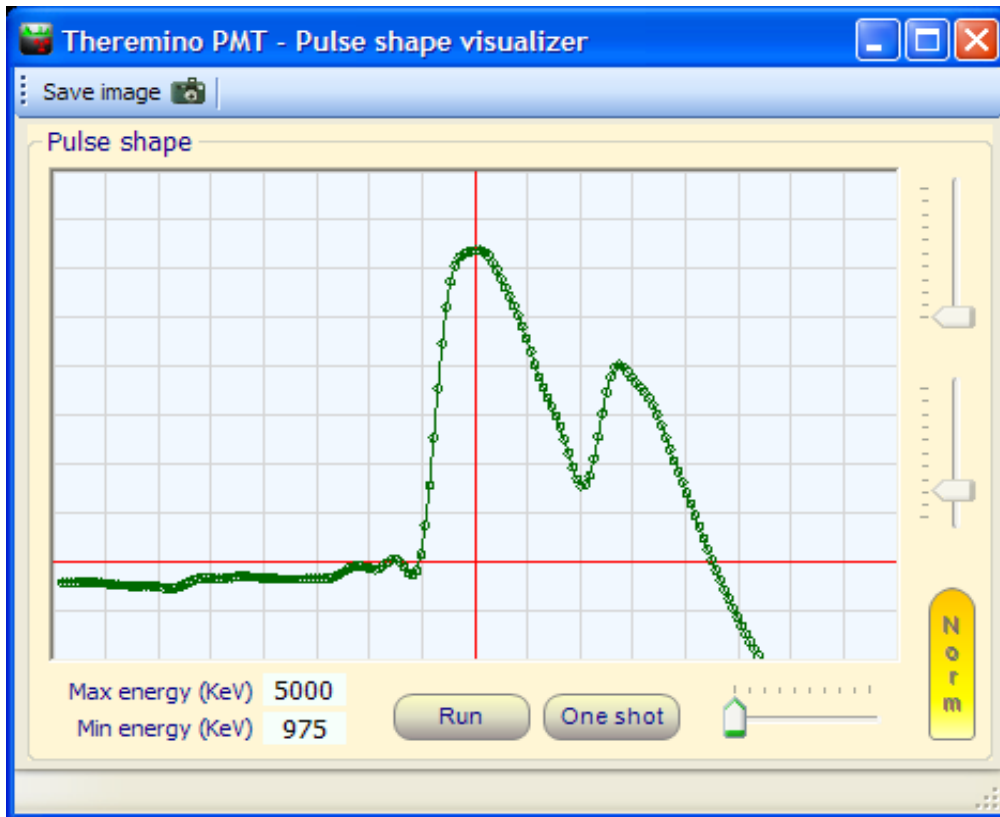
ベースラインが復元とゼロラインのオフセット補償。



ThereminoMCAを識別 パルスの仮想中心にゼロ位置（第三の赤い点）可能な限り高い精度で。

2つの平均は、最初の二つの赤い点と最終的に第三のドットの位置の加重挿位置の最良の推定値を見つけるために作られています。これはハードウェアで実行することができませんでした、そしてあなたがした場合でも、必要な精度を持っていないでしょう。

付録13 - パイル最大の同定



これら二つのパルスが積層され、二つ目は最初の降下に依存する。

あなたが正確に最初のパルスの高さを測定することができますが、2番目のパルスが最初の下降によって提起されていて、そのベースラインの位置を見つけることができません。

だから最初の衝動は有効ですが、それを破棄しなければならない第二に測定することができない。

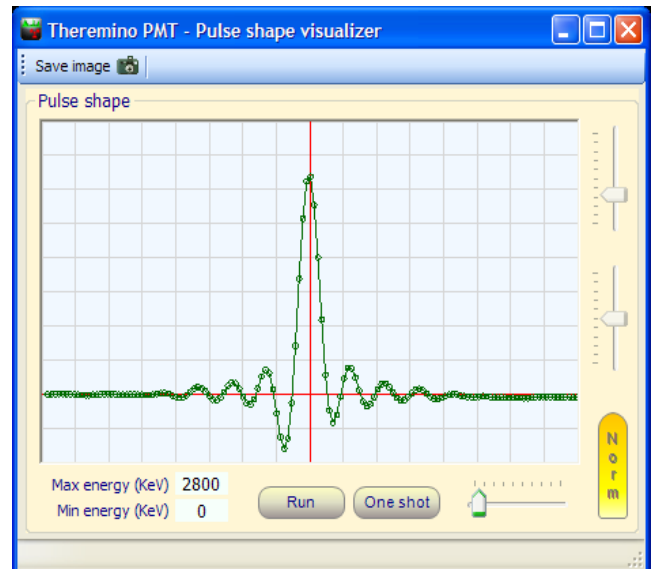
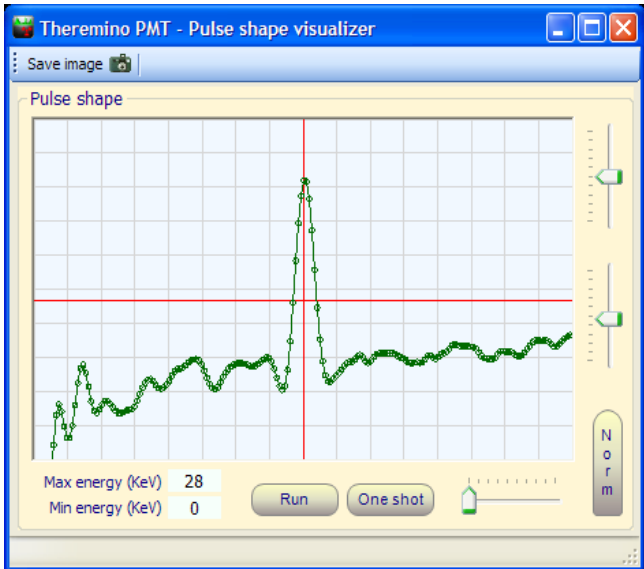
すべてPILEUPは、確実な方法で識別する必要があるが、状況はノイズの存在下又は多数のパルスがネイバーの過密に入り組んだとき、それはそれらを発見することが困難であり得る。

ハードウェアで可能な限られた知性と識別されていないパイルの数は重要であるかもしれませんが、（各パイルは"エスケープ"パルスが悪い測定生成し、各パルス測定悪行を（誤差が小さい場合）広げたり、ノイズ・フロアが増加した場合エラー）が大きくなる

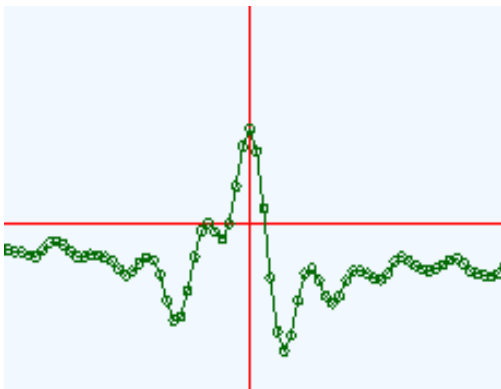
付録14 - 余りに邪魔パルス

(ノイズ、リングング、またはゼロラインパイル不安定すぎる) "うるさい"パルスの識別

最小FWHMを取得するには、同じ高さのすべてのパルスが同じビンで終わる必要がありますが、エラーのすべての種類は、振幅の不正確な測定値からゼロの不正確な評価に異なるビンにそれらを着陸することができます。



強い"リングング"の影響を受け、ゼロラインが不安定パルスのパルス

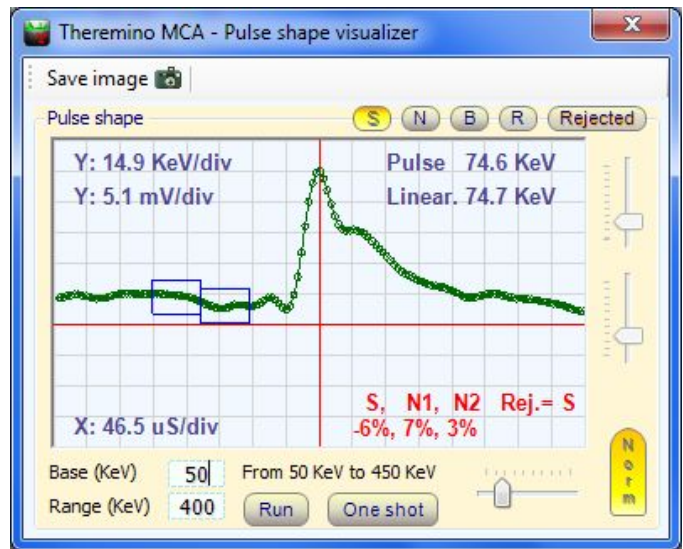
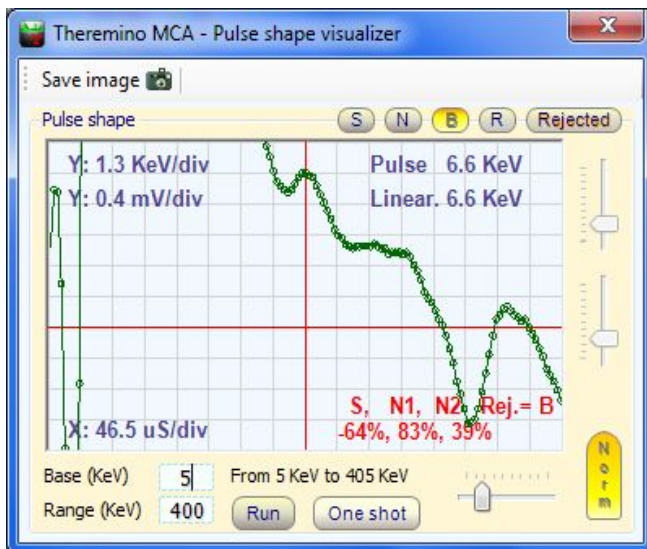
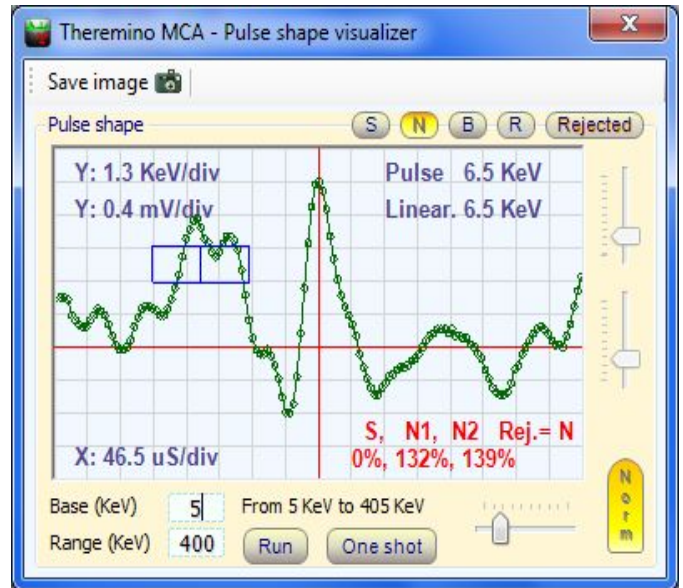
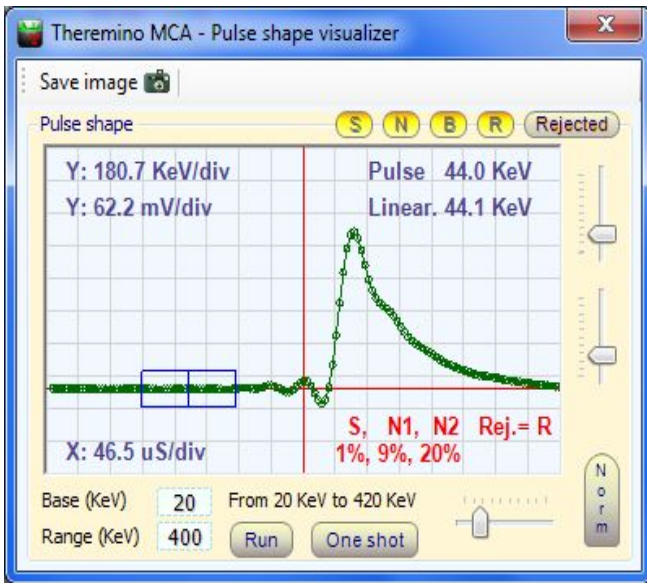


パルスは非常に邪魔

いくつかのパルスは、様々な理由で、精度との高さを測定することは不可能点まで乱れてもよい。これらのパルスはすべて認識され、排除されなければならない。

悪測定された各パルスは、行（誤差が小さい場合）、または広がるノイズフロア（誤差が大きい場合）を増加させる

付録15 - 制御機能



エラーを検出し、周波数を示すと種類FWHMを低減することが不可欠であるとする事ができる器具類 "サービス"。

また、"難しい"はパラメータの良い"チューニング"にすると、ハードウェアの欠陥を識別するために多くのことができますパルスとディスプレイケースの形状について学ぶ。

練習や理論が考えることを忘れてその発生する奇妙な出来事の多量があります。

これらのツールを持っていないアプリケーションでは、暗闇の中ですべてののであり、彼らはよく働くと思うが、そうではありませんし、そのスペクトルは、それを示しています。

付録16 - 解像度補償

私たちの "決断補償" アルゴリズム デジタルデコンボリューションの特定の形態である。

定義：デコンボリューションは、記録されたデータに畳み込みの影響を逆転するために使用するアルゴリズムに基づいてプロセスです。デコンボリューションの概念は広く、信号処理や画像処理の技術において使用される。これらの技術は広くデコンボリューションは、多くのアプリケーションを見つけている多くの科学や工学の分野で使用されている自分自身。から：
en.wikipedia.org/wiki/デコンボリューション

アルゴリズム ThereminoMCA

現在の文献によると、我々は、"派生によってデコンボリューションアルゴリズム"です。

この文書を書く前に、我々はデコンボリューションについて何も知りませんでしたし、今、文学を読んだ後、我々のアルゴリズムはシンプルで素朴です。しかし、その結果は、このような次のページに表示されているドキュメント "非晶質炭素のラマンスペクトルのデコンボリューション"として最もエレガントで数学的に正しいアルゴリズムに匹敵する。

我々のアルゴリズムは、それぞれの "BIN" の値が変更された過去の間にスペクトルの2つのスキャン、上部および下部（これは線の左右に独立して補正することができる）の上から2番目の底部から第を行うその値とBIN数（パラメータ "サイズ（ビン）" を経由して調整可能）の距離でそれに先行するBINの値とパラメータの割合を乗じて "センター（%の差（導出）を追加）" 二つの追加のパラメータは、"（%）左"と"右（%）"は、独立した行の左側および右側に補正量を調節するために使用される。他の二つの内部パラメータ（接頭辞、ユーザーには利用できません）は、正のものよりも負の傾きの補正量を調節する。

強く我々の方法は、我々は我々のアルゴリズムの "正規" のバージョン（主にその再帰的な）が見つかり、彼に感謝し、詳細については、正式な情報を要求した [radioactivityforum](#) のユーザ "bepobalote" にどうもありがとうございました それらを適用することがFWHMの別の画分を取得することが可能になるという優れた可能性がある。

再帰的なデコンボリューション

最もよく知られているデコンボリューション技術（"再帰的"と呼ばれる）の一つは、いくつかの段階を伴う：逆フーリエ変換の計算はガウスまたはローレンツ関数でスペクトル、乗算のフーリエそして最後にフーリエ変換結果の変換。プロセスは、いわゆる同調帯域の形で反復的に繰り返される。

このアルゴリズムの可変パラメータは次のとおりです。

- フォームバンドの割合：ガウスまたはローレンツ;
- バンドの幅。小さすぎる場合、スペクトルは強度の小さな変化を示し、大きすぎる場合、それはそれらのデコンボリューションに横方向に負の帯域を生成する。
- 介入の度合い。小さすぎる場合は、得られたスペクトルが大きすぎる場合は、それらは偽のバンドを生成し、ノイズが増加する傾向にある、オリジナルとあまり変わらない。

再帰的なデコンボリューションの例

再帰的なデコンボリューションの完璧な例は、文書内にある："非晶質炭素のラマンスペクトルのデコンボリューション"：

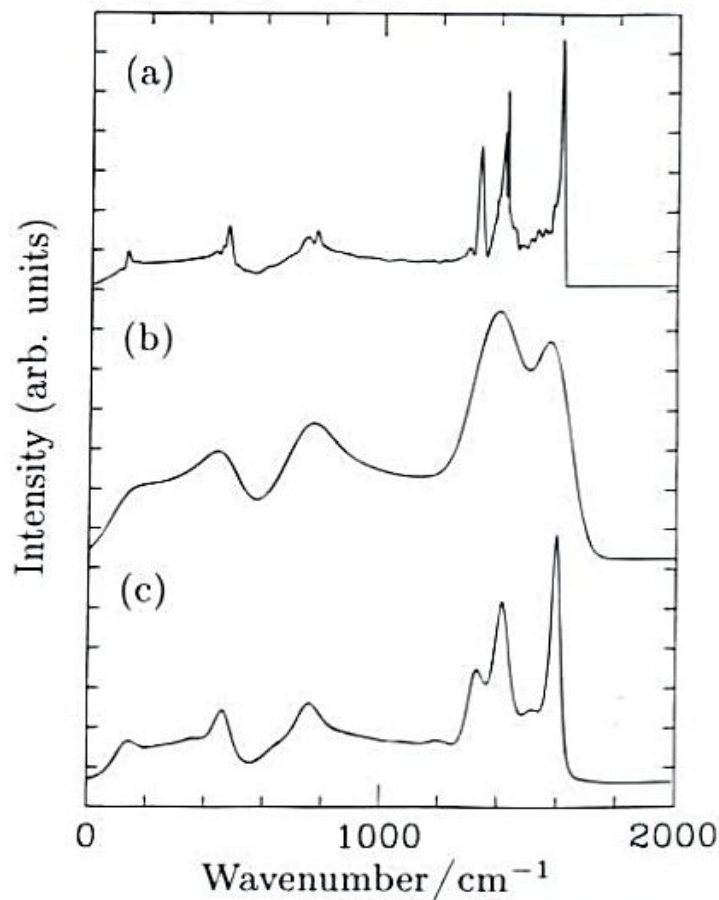


Figure 1. (a) The known spectrum taken as σ . (b) The convolution of the spectrum in (a) with a Gaussian function with a width factor of 50 cm^{-1} . (c) The deconvolution of (b) using a Gaussian-shaped spread function with a width factor of 50 cm^{-1} . The iteration number is 200.

ラマン分光法は、驚くほど結晶ナイ (TL) とガンマスペクトロメトリーのものに似ている非常に貧しい解像度 (グラフB) でスペクトルを生成

パネル (a) は完全な検出器で得られるスペクトルを示す。

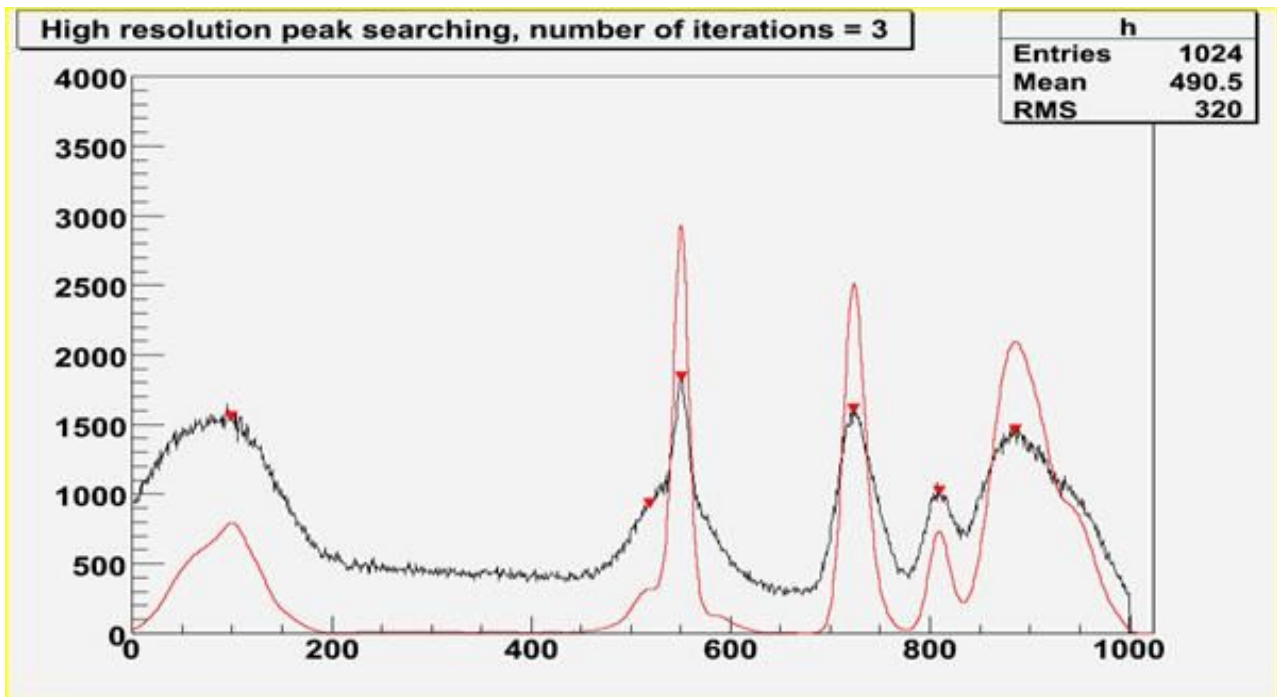
グラフ (c) は、デコンボリューションを用いて達成される解像度の増加を示す。

彼らは、我々は容易にそれらを混乱させる可能性が、実質的に我々のスペクトルに非常に類似した、私たちが得るのと同じ結果である。元のデータとFWHMの改善さえ部分的再建は我々のアルゴリズムで得られたものと非常に似て見える。

ガンマ分析法からのデータの一例

それは、誰がそれを考えて、最終的には、外観を見ていたことを不可能に見えた、我々はまた、デコンボリューションガンマ分析を適用する人を発見した。

そして、誰、それは可能性がありますが、ジュネーブでCERN、データ収集のマジシャン？そして、誰が "汚い仕事" をやった？ミロスラフMorhac名前スロバキア語： **M.Morhac**ら：効率的な1次元と2次元の金のデコンボリューションとガンマ線スペクトル分解への応用。物理学研究における核計測と方法**401 (1997) 385から408**。



詳細についてはこちらをご覧ください： <http://root.cern.ch/root/html/doc/TSpectrum.html>

イッツすべてオープンソースとアルゴリズムの準備がありますが、ちょうどそれらをコピーします。しかし、それは最終的にはいくつかの理由のために、我々のソフトウェアでは、これらのクラスを転送すると言われています：

- アルゴリズムが重い、遅い、および再帰、我々が行うように、一度だけではなく、毎秒10回適用されることを意図している。
- パラメータの調整が面倒で我々よりも少なく直感的です。
- それは得改良が彼ら遅さと双方向性を引き起こすそのうち損失を正当化することができます表示されません。

しかし、我々はそれらをテストします。

デコンボリューションアルゴリズムの限界

データは、我々が知っているかもしれない、 $F(x)$ が、その係数という完全な数式で呼び出す機能で障害された場合、それは正確に元のスペクトルを取得するには逆関数を適用するのに十分である。

係数を知ることの問題は、最良の結果を与えると、関数は、一般的に特定のメカニズムの未成年者によって生じるわずかな変形ガウスである価値観を見つけることによって、実験的に解くことができる。

残念なことに、そのパラメータの両方の機能の完全な知識を防ぐ理由もある。

ガンマ線が結晶中に崩壊するとき多数の光子を生成する。この変換は、生成された光子の数である結晶の第二のポイントは、常に光子が前壁に実行する必要がある反射回数が位置に依存する（材料の非完全な均質性に起因する）は若干異なります光電子増倍管の変化に到達する。その生成されたパルスの振幅の不確かさを生成する。

そのため、わずかに異なるパラメータで、各パルスごとに異なる機能を適用する必要がありますし、あなたは私たちが持つことができないという知識に基づいてこれを行う必要があります。

幸いなことにいくつかのランダムな変化の重なりとほぼガウス関数のすべてのエラーの結果の合計。ガウスは、正しいこと、ないランダムな変化があります。そのため、復興は部分的になります。

あなたは補正量でそれを無理する場合の成果物を生成されます。結果の曲線は、それが修正することを目的としていたよりも悪くなるまで、さらに補正アーティファクトの増加を増加。

異議

誰もがデコンボリューションの技術は生データには何も追加して言うことはできないと思いません "何が差し引かれることは今では失われていて、再作成することはできません。"あなたが劣化したデータを持っている機能のいくつかの特性を知っているのですが、単に不足している部分は、我々はデータの品質の実質的かつ効果的な改善を取得する必要な知識を "追加" "再現"。

結論

、少なくとも部分的に、スペクトルデータを向上させる可能性が存在する。

補正は、ちょうど化粧品又は明らかではありませんが、実際には、プローブの分解能を向上させます。

そこ補正の最高品質を保証するパラメータの特定のセットであり、これらのパラメータは、実験的に見出すことができる。