

パワー・パルス・シリーズ  
パルス・リバーサ整流器  
パルスめっきプロセスに使用されます

**他のシステムと比較して、重要な特徴と主に勝る点**



1986 会社設立

70 従業員数 (2015年)

製品の専門的知識:

- DC整流器
- パルス及びパルス・リバース整流器
- お客様による特定のアプリケーション
- 電気めっき業界向け専用

世界中での設置 (2014年):

- DC整流器: 40.000 ユニット以上  
およそ 2500台のキャビネット(pe5000タイプ)
- パルス整流器: 32.000 ユニット以上
  - アジアでの設置: およそ 29.000 ユニット
  - 欧州での設置: およそ 1.800 ユニット
  - アメリカでの設置: およそ 1.200 ユニット



**御社の仕様に応じ、基づいた解決策をPEが提供いたします:**

- 電気めっき業界向けのスイッチモード整流器設計の30年に及ぶ経験
- パルス・リバース整流器の設計や設置で18年以上の経験

**御社向けに最先端技術での対応が可能。**

**御社に高品質で信頼性の高い製品を提供。**

**御社に非常に優れた販売後のサポートを提供:**

- スタート・アップ支援
- 御社の顧客のためにメンテナンスとトラブル対応の指導
- 装置を改善して適応させる継続的工程の支援

**弊社のサービス・エンジニアと弊社のパートナーを通じて世界的に拠点があり、対応が可能です。**



## なぜPCB製造においてパルスめっきなのか

- **マイクロビア(microvias)の傾向／細線技術**
  - 穴の直径，パターン線とその間隔は小さくなる傾向
  - レイアウトは、より多くの影響を与える(HDI基板)
- **マイクロビアとスルーホールが工程に溢れている(THF:テトラヒドフラン)**
- **スルーホールの深度と径の比率が高い基板(20対1以上)**
- **めっき工程におけるコスト削減**
- **めっきに続く工程におけるコスト削減**
- **容量の増加／サイクルタイムの減少**



## パルス・リバーサス整流器 – 重要な特徴

- スイッチ・モード技術
- 最新、最先端の技術(デジタル制御)
- コンパクト設計
  - ハイパワーを省スペースにて
- モジュール化されたシステム
  - キャビネット当り最大16の個々の出力が可能
- 高効率
  - 最大93%, 高力率最大0.95
- 空冷、あるいは水冷設計
  - ステンレス・スチール水冷システム
  - 水冷設計、保護等級IP54
- 複雑な波形
- 誤差変動率 < 1%、リップル < 1%
- 完全な矩形波形
  - 速い立上り、立下り時間(高速スイッチング)
  - 少ないオーバーシュート、アンダーシュート



## パルス・リバーサス整流器 – 重要な特徴

- 正確で一定の正側と負側電流変動率
- 位相シフト(自由に調整可能)
- コントロール・ユニットpe8005を介して出力の同期が可能
- メンテナンス・フリー、易しい診断
  - 内部診断ツール
- コントロール・ユニットpe8005
  - 詳細なステータス、警告およびエラー・メッセージ
  - 統合されたオシロスコープ機能
- バッチ・モードのプログラム
- 恒久的なショートやオープン回路への耐性
- 幅広いレンジの主電源 380-460V/3~ +/-10%/50-60Hz
- 過熱保護
- 我々のパートナーたちによる現地サポート



## パルス・リバーサ整流器の製品の範囲

技術	スイッチモード - デジタル制御
出力電流	0.5 Aから3604A(実効電流) 0.5 Aから8160A(+/- パルス電流)
出力電圧	2Vから800Vまで(実効電圧)
冷却方法	空冷式、水冷式
リップル	< 1%
コントロール精度	電圧 < 1%; 電流 < 1%
コントロール	CC (CV* オプション)
力率	cos $\phi$ 0.95 一様に0から公称 出力電圧まで
効率	最大93%
設計	とても小型
干渉	EN61000-6-2; EN 61000-6-4 EN55011 (Class A, group B)
規制	CE適合



pe86CB と pe861DA シリーズ - 空冷式



pe80CD / pe86CWD シリーズ - 水冷式



## 比較 / 他のシステムに勝る点

### 1. 複雑な波形

→出力波形は、最も複雑な波形を発生させるために、最大16個のステップを有することができるユニークなシステムによって調整できる

### 2. 波形設定は動作中に変更可能

→ 波形の設定は、システムが動作中に出力をオフすることなくオンラインで調整できる

→ 違う波形とDCサイクルをバッチ・シーケンスに組合せることができる

### 3. 出力波形の順応性あるプログラム

→パルス持続時間の制限なし

(システムの最大実効電流と最大ピーク電流によってのみ制限される)

→分解能は20usecで、最短パルス幅は0.02mscで調整可能



## 比較 / 他システムに勝る点

### 4. 立上り、立下り時間がとても速い

→ 典型的には100 – 130  $\mu$ secの完璧な矩形波形の現場のアプリケーションに使用されます。

### 5. オーバーシュート、アンダーシュートがない

→ 完璧な矩形波形

### 6. 同期した出力

→ 前面側と背面側の出力は同期させることができます

→ 前面側と背面側の間で自由に位相シフト調整が可能

### 7. 高価な同軸ケーブルは不必要

→なぜなら、ユニークな設計のこれらのパルス整流器は特殊で高価な同軸ケーブルを必要といたしません。

ツイストした通常のケーブルで設置いたします。



### 8. デジタル制御 pe8005コントロール・ユニット

- 最大8デュアル出力パルス整流器をコントロールし、同期させます。
- 実際の実出力信号を内蔵のリアルタイム測定器で測定し、それを表示します。

### 9. 保護等級IP54の水冷設計

- タンク側に設置しても、ケミカル浮遊環境下による内部部品や電子機器の損傷リスクがない。
- ステンレス・スチール・冷却システム
- 空冷式と比較してメンテナンス・フリーである。



## 比較 / 他システムに勝る点

### 10. モジュール化されたコンパクトな設計

→ システムは実効電流53Aのステップとピーク電流120Aで指定し、構築することができる。

→ スイッチモード技術と水冷設計によるコンパクトな設計。

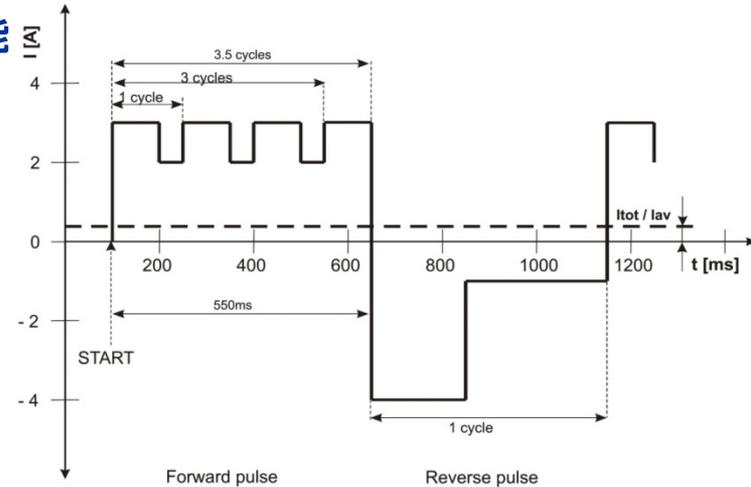
### 11. ショートやオープンサーキットへの耐性

→ 突然、出力あるいはタンク内でショートした場合、もしくは整流器の出力でオープンサーキットとなった場合それらが整流器に損害を与えたり害することはありません。

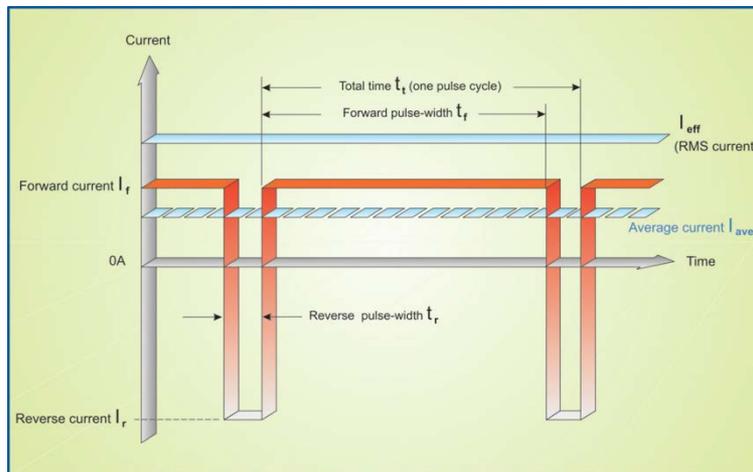


## 1. 複雑な波形

- 最大16の個々のステップのプログラムが可能
- 個々のステップは以下で構成
  - 2つの振幅  $I_{x1}$  ( $U_{x1}$ ) と  $I_{x2}$  ( $U_{x2}$ )  
(正側か負側か選択自由)
  - 2つの時間値  $t_{x1}$  と  $t_{x2}$
  - サイクル数
- 合計振幅時間40秒まで
- 20usまで設定された分解能
- 最大実行電流まで直流電流が可能  
(RMS電流)

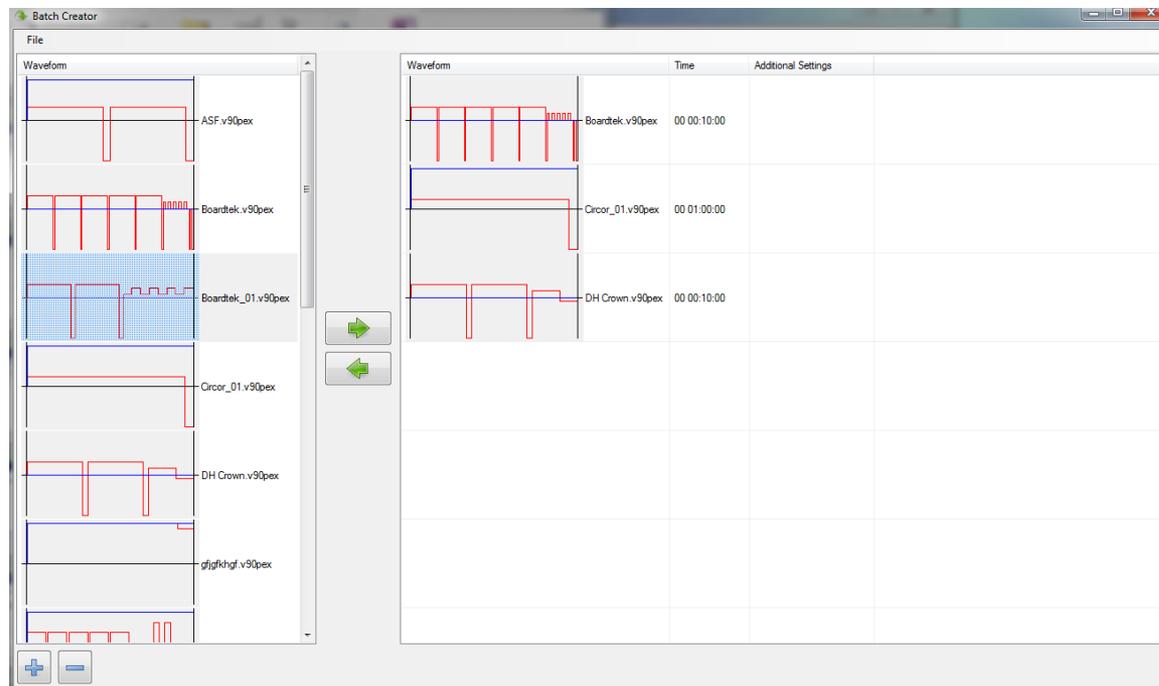


Forward pulse  
Reverse pulse  
2ステップと違うサイクルの例  
(ステップ1: 正側パルス、ステップ2: 負側パルス)



## 2. プロセス実行中に波形設定の変更が可能

整流器が動作中、全てのプロセスと波形変数はオンラインにて変更可能。  
変数変更のために整流器の動作を止める必要はない。  
それゆえ、生産サイクルの間に違う波形を組み合わせながら、  
DCステップでさえ組合せながら、バッチシーケンスの実行もまた可能である。



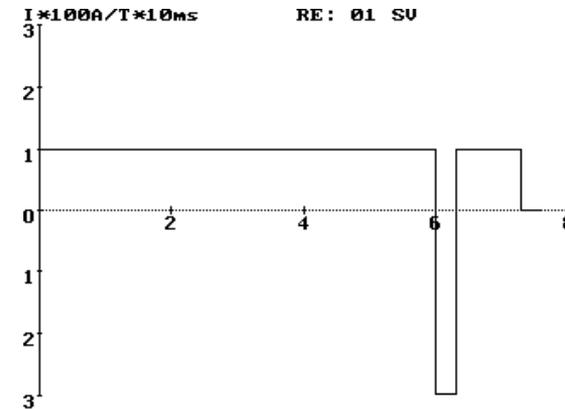
## 3. 出力波形の順応性のあるプログラム

出力波形を設計する際、最大限の順応性

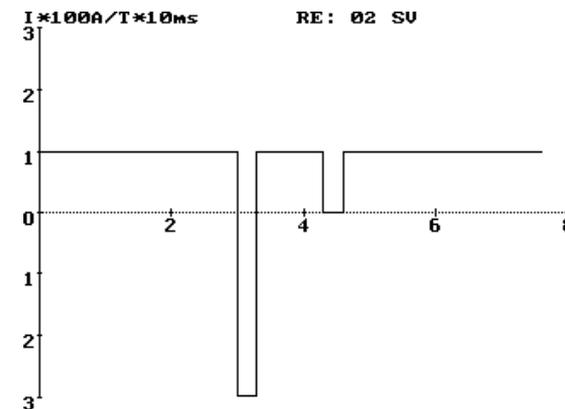
- 複雑な波形 (次ページ参照)
  - 位相を自由にシフト調整可能 (右の例を参照)
  - 正側の電流制限、電流比率、時間比率なし
- 各出力の最大パルスエネルギーだけでなく最大実効値と最大ピーク電流によってのみ制限される。



出力電流 – 前面側



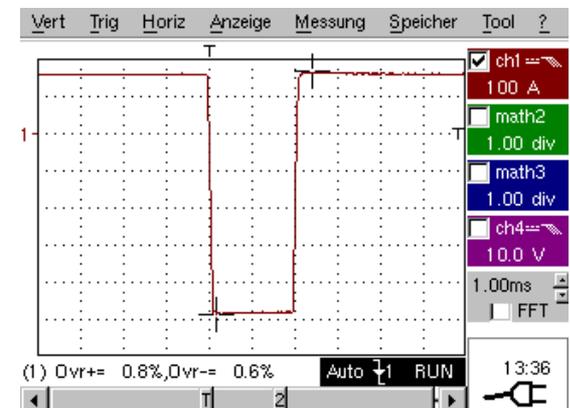
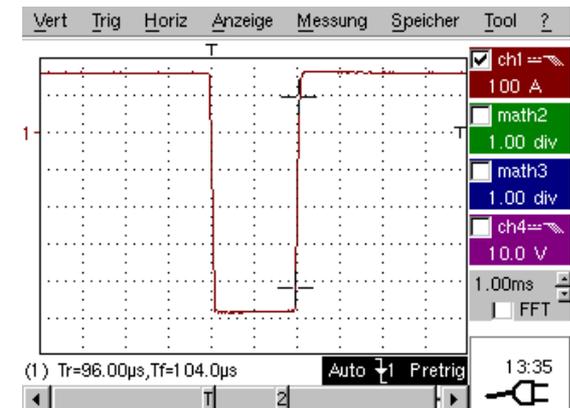
出力電流 – 背面側



## 4. とても速い立上り／立下り時間、オーバーシュートなし

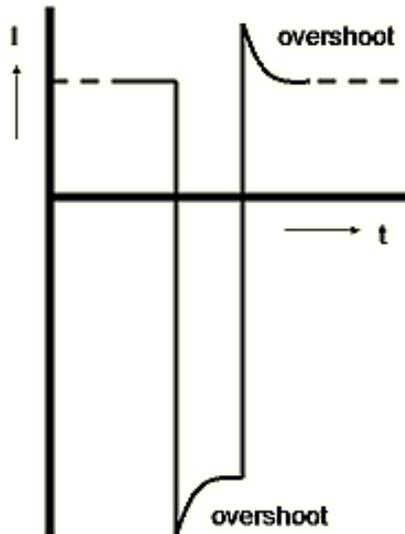
### 優れた性能と出力波形の再現性

- 駆動電圧は最大 38V まで可能。  
そのため 立上り／立下り（傾斜）時間は速く完璧で、  
オーバー／アンダーシュートが小さい矩形波
  - 負荷変動を自動かつ高速に補正
- 以下の設定で計測：
  - 正側電流: 160A
  - 不側電流: 480A
  - 正負電流比率: 1:3
  - 正側時間: 40ms
  - 不側時間: 2ms
- 結果：
  - 立上り時間: 96  $\mu$ s
  - 立下り時間: 104  $\mu$ s
  - オーバーシュート: 0,8%
  - アンダーシュート: 0,6%

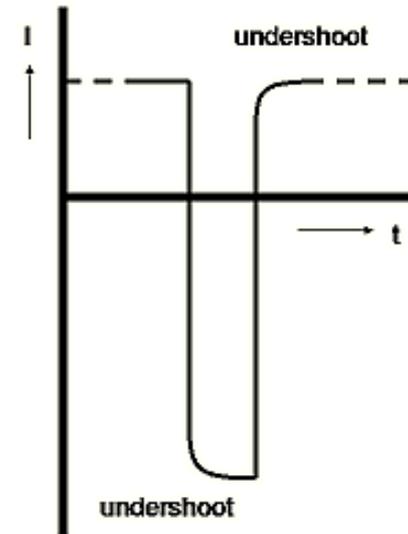


## 5. オーバーシュート、アンダーシュートがない

### “オーバーシュート”



### “アンダーシュート”



高いオーバーシュートとアンダーシュートは、めっき品質が不十分な結果となる  
→ ターゲットは高速スイッチングの矩形波で、オーバー / アンダーシュートなし！

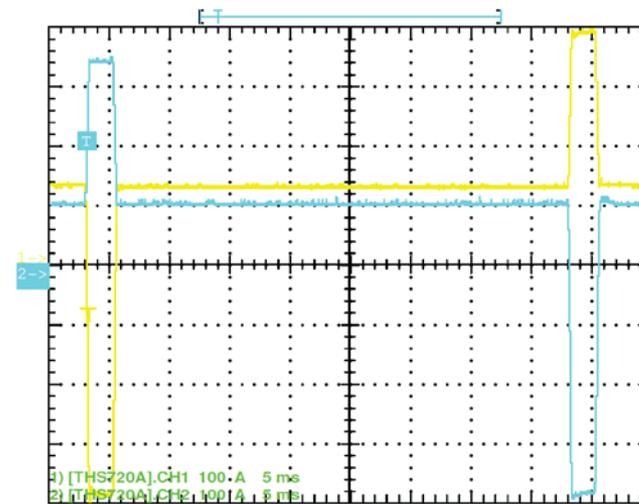
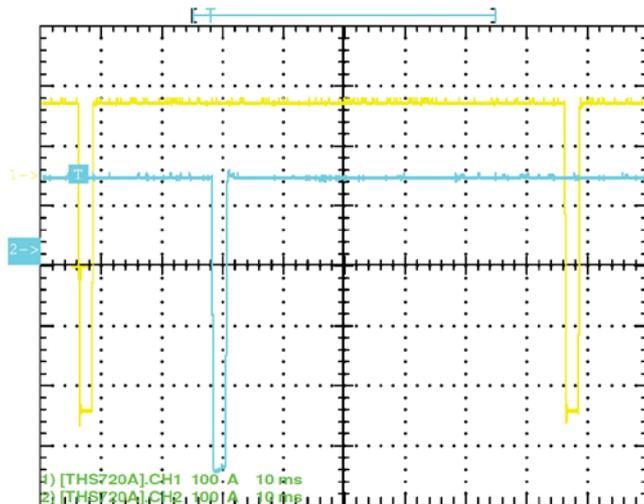


## 6. 同期した出力 / 位相ずれ

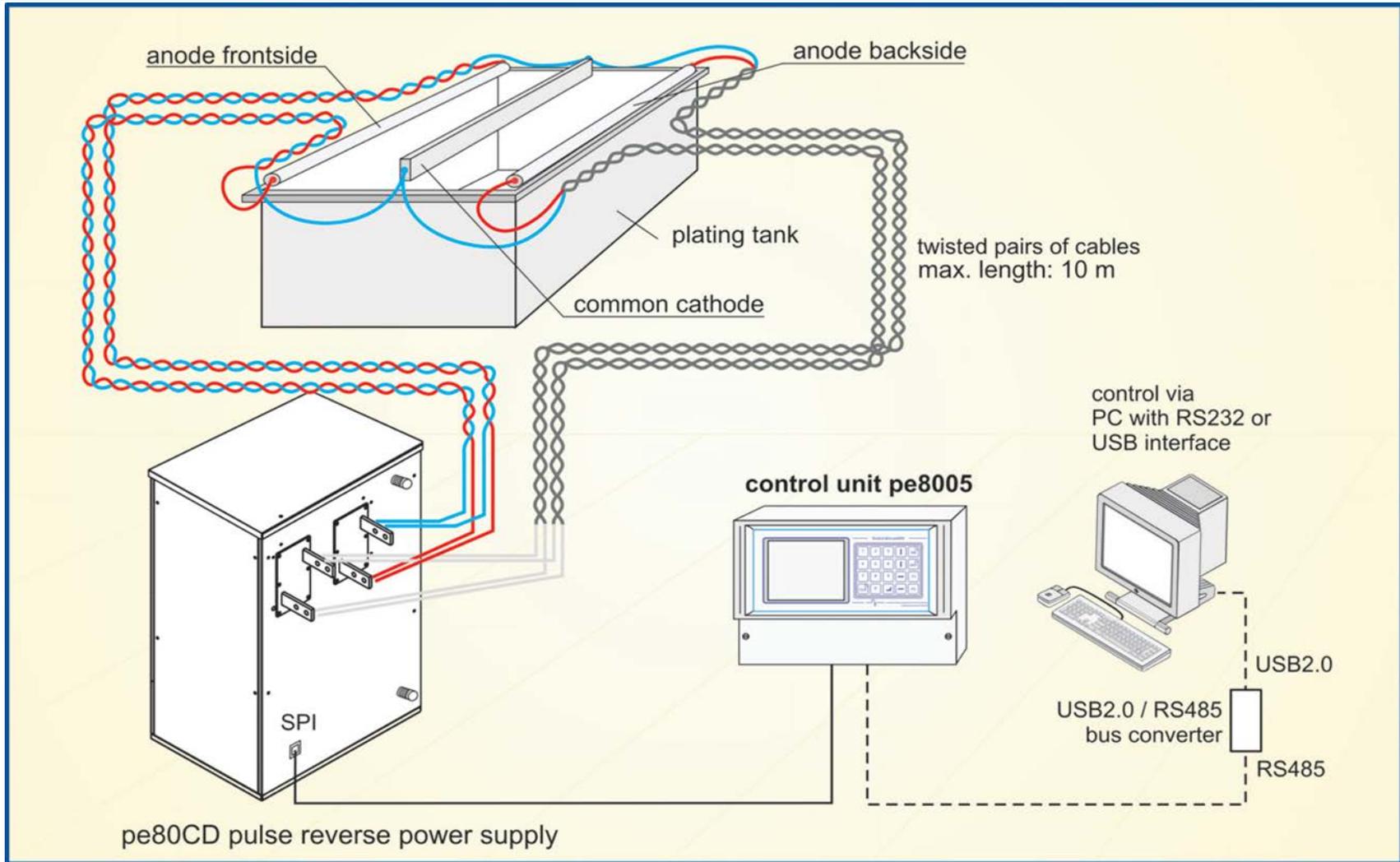
制御システムにより同期を自由に調整

位相 $100^\circ$ ずらした前面と背面のパルス  
波形

前面は負側、背面は正側のパルス  
波形



## 7. 高価な同軸ケーブルは不要



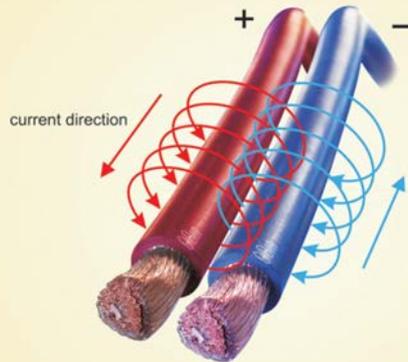
## 7. ツイスト vs 同軸 ケーブル

$$\Delta t = \frac{L * \Delta I}{U} = \frac{2.5\mu H * 2000A}{38V} = 132\mu sec$$

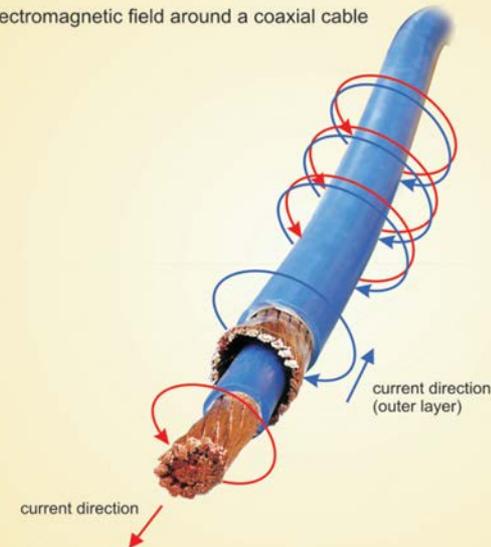


t = 電流 立上り / 立下り 時間  
L = ケーブルのインダクタンス  
I = 電流変化  
U = 駆動電圧

Electromagnetic field around two cables

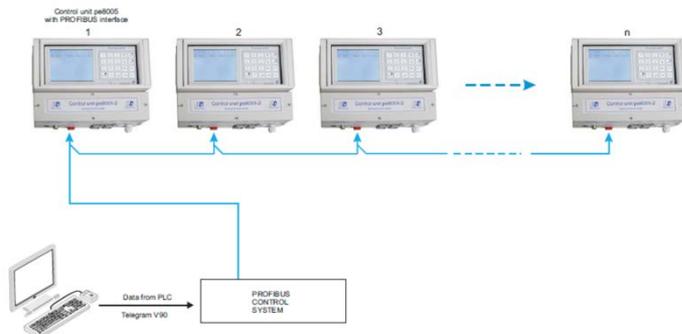


Electromagnetic field around a coaxial cable



## 8. デジタル制御された pe8005 コントロール・ユニット

- 照明を施された大型5.7インチ・グラフィック・ディスプレイ
- 最大、独立した16系統の出力制御が可能
- 複雑な波形の作成が容易
- グラフィック的に可視化された設定値とリアルタイムな実際の値曲線(オシロスコープ機能)
- PLCに接続するためのRS485バス・インターフェイス(他のインターフェイスも可能)
- 同期機能付き
- 複数出力の並列管理とグループ管理
- 複数の制御ユニットの接続が可能



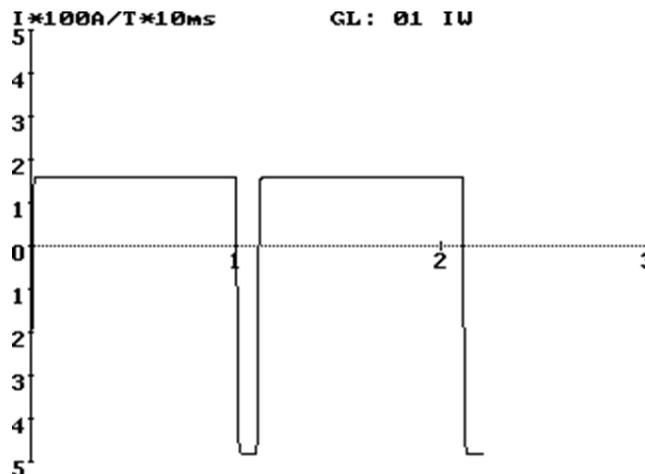
## 8. デジタル制御された pe8005 コントロール・ユニット

- 20 $\mu$ sec分解能で個々の電流、電圧の出力波形のリアルタイム・モニタリング

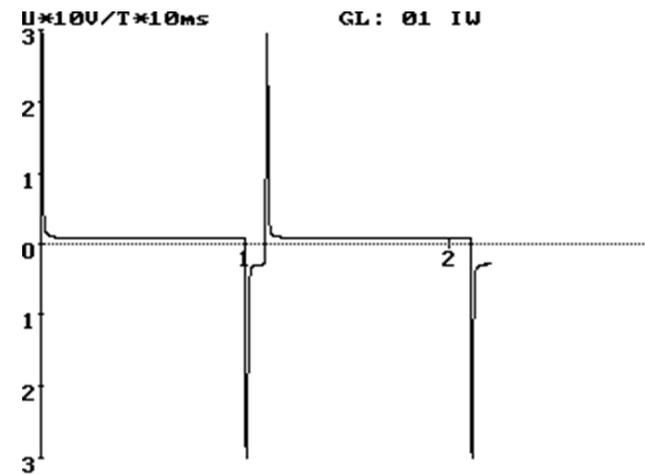
→ 整流器の各出力の結果や機能性のチェックや確認は簡単で分かりやすい



リアルタイムに計測された出力電流



駆動出力電圧



## 10. モジュール化されたコンパクト設計 – pe80CDシ



- 1出力、2出力、あるいは複数の出力が可能
- 複雑な波形
- 定電流レギュレーション (定電圧レギュレーションも可能)
- 出力電流:
  - 最大 2x 800A (4x 320A) 正側電流
  - 最大 2x 2400A (4x 960A) ピーク電流 (正側、あるいはリバース側)
  - 最大 2x 1060A (4x 424A) DC / 実効電流
- 出力電圧: 最大 800V (実効値)
- 出力電力: 最大 2x 16000W (実効値)
- 最小パルス幅: 0.02msec.
- 非直線性 / 出力リップル: < 1 %
- コントロール・ユニット pe8005 による制御  
→ リクエストに応じて他のサイズも可能



ご清聴ありがとうございました。

お問い合わせは、株式会社河口・サポート

担当：河口・横山 電話：052-848-9235

[info\\_1001@Kawaguchi-support.jp](mailto:info_1001@Kawaguchi-support.jp)

