

> 106.85546 656 23 2350 3555
> 106.85546 656 23 2350 3555
> 162.894016 632 18 2350 3555
> 198.849536 79717 17 2350 3555
> 124.834546 78572 20 7778 604
> 408.11142 83117 70 2350 3555
> 145.833295 64486 22 2889 989
> 140.77850 62814 07 3060 328



AccuBridge® モデル

6010/150/300/3000 と
6242/150/300/3000



高精度直流シャント抵抗器と直流変流器(DCCT)

のDCC自動校正システム

- 校正システムは計測器を組み上げており3000Aまで校正できるよう拡張可能
- 計測比率範囲: 1 ~ 1,000,000:1
- 完全なターン キー システム
- 抵抗と温度の関係性
- 線形性能 < 0.01 ppm
- 完全な計測システム
- 校正技術を確立したMIIはISO 17025認証を得た あなたの技術パートナーです。校正技術を支援、校正システムを設計、設置、校正サービス、更に継続した校正全般の支援 を行っています。
- 保証された技術

モデル情報

メジャーメンツインターナショナルのAccuBridge®モデル 6010/150/300/3000および6242/150/300/3000は高精度直流コンパレータ (DCC) を使ったシャント抵抗器および高精度直流変流器 (DCCT) の校正システムで、市販標準製品で最高の精度、不確かさを実現しています。高電流レンジエクステンダを活用し、6010および6242シリーズブリッジの測定機能を拡張して、より大きな電流でより小さな抵抗器を測定できるようにし、10 $\mu\Omega$ で20 ppm以下、1 Ω で0.1ppmの不確かさを実現しています。1 Ω の校正で0.02 ppmレベルの不確かさも達成しています。MILは直流ブリッジで標準抵抗器の自動校正システムを独自開発したメーカーです。工業界に活用されている大電流コンパレータの製品に実績があり、シャント抵抗器校正システムは明快な計測原理で設計しています。17025の認定パートナーおよびグローバルサポートパートナーである弊社MILは、コーチング、システム設計、設置、校正サービス、継続的に技術サポートを行います。お客様はMI製品をお使いいただき技術と弊社が紹介する製品情報を活用いただくことで、校正業界で優位に立てるでしょう。

MILは“機器を販売する”や“機器を科学する”だけでなく、お客様が実際に校正出来るよう、容易に出来るように支援させていただきます。

弊社のシャント抵抗校正システムは、フル25ビットバイナリ巻線直流コンパレータ (DCC) を使用する唯一の自己校正ブリッジシステムです。自己校正は、抵抗器の校正に使用するインターチェンジ技術を使用しています。6010および6242シリーズのブリッジは、標準抵抗器およびシャント抵抗器ならびに他メーカーのブリッジおよびシャント測定システムを較正するために世界中で使用されています。

6010および6242シリーズのシャント抵抗システムは、市販製品の中で最も小さな不確かさの計測器です。計測大電流の極性を切り替えるスイッチも組み込んでいます。弊社はこのシステムを提供する唯一のメーカーです。

メジャーメンツ インターナショナル ジャパン株式会社



AccuBridge® 6010/150 または 6242/150 システム

AccuBridge®6010/150 あるいは 6242/150 システムはレンジエクステンダMI6011D と電流源6150A（最大電流150A）を組んだ自動シャント抵抗計測システムです。図1は基本の6242/6011 シャント抵抗校正システムを、図2はシステムの全景を示しています。大電流の配線は計測システムのラック前面で行います。マトリックススキャナMI4220/30A 20チャンネルを活用することで、20台の30Aシャント抵抗を自動校正できるよう拡張できます。拡張したシステムで、高さ1224mmあるいは 1530mmのラックに組み込むことができます。



図2-6010/6011/150 システム

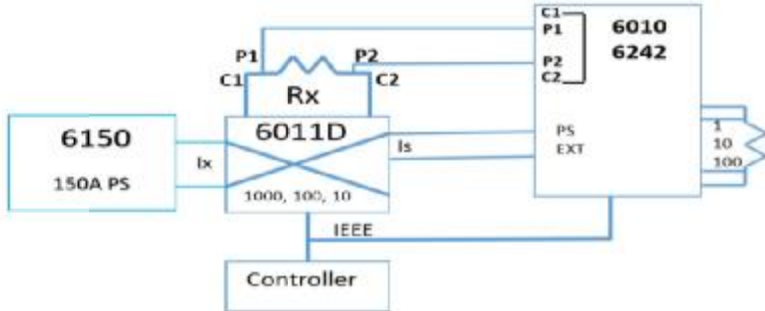


図1 6010/6011を使用してシャント抵抗器の校正

1Ω、10Ω、100Ωの標準抵抗器と大電流を流すレンジエクステンダMI6011を使用します。例えば0.01Ωのシャント抵抗に100Aを流す場合、参照標準抵抗器に10Ωを使い、6011のレンジ1000倍で校正出来ます。同様に0.1Ωのシャント抵抗を15Aで校正する場合、参照標準抵抗器に100Ωを使い、6011のレンジ1000倍で校正できます。表1はシステムの校正不確かさを比率10、100、1000で、試験電流は1A、10A、150Aを使用した場合を示しています。レンジエクステンダの自己校正を行うとシステムの不確かさを低減できます。さらに小さな不確かさを実現するには安定した特性の参照標準抵抗器が必要です。

| 6011/150 | | | | | | | | 6010 | | | | |
|----------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|------------------|------|-------|------|-------|---------|
| Rx | Test I | Range | Ratio | Output | Range | Vrx | Unc ¹ | Rs | Ratio | Irs | Vrs | Prs |
| Ω | A | A | S/M | A | % | V | Ppm | Ω | M/S | A | V | W |
| 0.1 | 1 | 1 | 10 | 0.1 | 100 | 0.1 | 0.2 | 1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.01 |
| 0.1 | 0.1 | 1 | 10 | 0.01 | 10 | 0.01 | 0.3 | 1 | 1 | 0.01 | 0.01 | 0.0001 |
| 0.01 | 10 | 10 | 100 | 0.1 | 100 | 0.1 | 0.2 | 1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.01 |
| 0.01 | 1 | 10 | 100 | 0.01 | 10 | 0.01 | 0.3 | 1 | 1 | 0.01 | 0.01 | 0.0001 |
| 0.001 | 150 | 100 | 1000 | 0.15 | 100 | 0.15 | 0.2 | 1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.01 |
| 0.001 | 10 | 100 | 1000 | 0.01 | 10 | 0.01 | 0.3 | 1 | 1 | 0.01 | 0.01 | 0.0001 |
| 0.0001 | 150 | 100 | 1000 | 0.15 | 100 | 0.015 | 0.3 | 0.1 | 1 | 0.1 | 0.01 | 0.001 |
| 0.0001 | 10 | 100 | 1000 | 0.01 | 10 | 0.001 | 0.4 | 0.1 | 1 | 0.01 | 0.001 | 0.00001 |

1. 不確かさ (Unc) はレンジエクステンダ6011、ブリッジ6010Dまたは6242Dの自乗和のルートで計測結果の標準偏差 (2σ) です。

表 1 6010/6011/150 校正比率の不確かさ

10単位でない抵抗器の計測

最良の能力を発揮させるには、レンジエクステンダ6011Dを使用して、ブリッジ6010あるいは6242の計測結果は比率1にして設定してください。シャント抵抗器0.2Ω~0.9Ωの校正は、比率100を参照標準抵抗器10Ωで使用できます。レンジエクステンダ6011の最大出力電流は200mAです。試験電流を小さくすると、計測結果の標準偏差が大きくなります。対策として100Ωの参照標準抵抗器を使用すると、シャント抵抗器に更に大きな電流を流せます。

システム電源 他の説明

計測システムの電源は単相100V、120V、220V、240Vが選べます。システムの運用性、可動性を向上させるため、計測器ラックはホイール付きです。

メジャーメンツ インターナショナル ジャパン株式会社



AccuBridge® 6010/300A または 6242/300A システム

AccuBridge® 6010/300A あるいは6242/300AシステムはレンジエクステンダMI6011D/300と電流源6250A（最大電流300A）を組んだ10 $\mu\Omega$ ~0.1 Ω のシャント抵抗を校正する自動校正システムです。6011D/300 は比率30、300、3000が設定でき、入力電流は各々3A、30 A、300 Aを設定できます。そして最大参照標準計測用の出力電流は、全てのレンジで100mAです。

図3に基本の 6010/300A シャント抵抗校正システムを、図2はシステムの全景を示しています。全ての配線は計測システムのラック前面で行います。配線の末端は、6250の電流源、Rx あるいはシャント抵抗、そしてRxのシャント電圧端子です。

マトリックススキャナ MI 4220/30A 20チャンネルを活用することで20台の30Aシャント抵抗を自動校正できるよう拡張できます。拡張したシステムは高さ1530mmのラックに組み込みます。

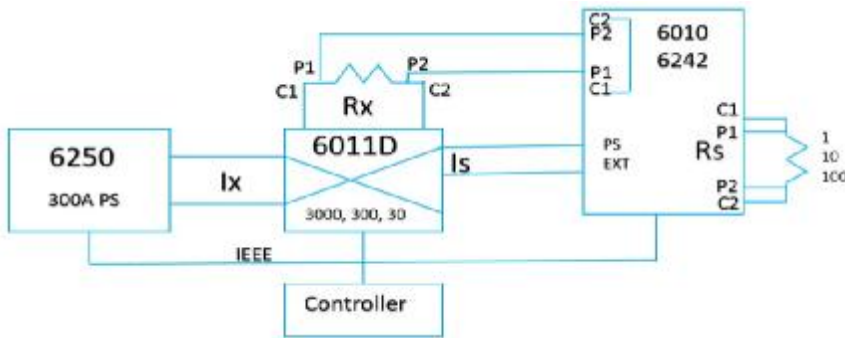


図 3 - 6010/300A 構成図



図 4 - 6010/300Aシステム

1 Ω 、10 Ω 、100 Ω の標準抵抗器と大電流を流すレンジエクステンダMI6011を使用します。例えば0.01 Ω のシャント抵抗に300Aを流す場合、参照標準抵抗器に10 Ω を使い、6011のレンジ3000倍で校正出来ます。同様に0.1 Ω のシャント抵抗を15Aで校正する場合、参照標準抵抗器に100 Ω を使い、6011のレンジ3000倍で校正できます。表2はシステム6010/300A あるいは6242/300Aの校正不確かさを示しています。小さな不確かさを実現するには安定した特性の参照標準抵抗器が必要です。

| 6011/300 | | | | | | | | 6010 | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-------|-------|------|-------|-------------------------------|------------------|----------------------------|-------|-------------------------------|---------------------------------|--------|
| Rx <small>被校正抵抗器</small> | Test I <small>計測電流</small> | Range | Ratio | Ix | Range | Vrx <small>被校正発生電圧</small> | Unc ² | Rs <small>参照抵抗器</small> | Ratio | Irs <small>参照抵抗器電流</small> | Vrs <small>参照抵抗器発生電圧</small> | Prs |
| Ω | A | A | S/M | A | % | V | ppm | Ω | M/S | A | V | W |
| 0.1 | 3 | 3 | 30 | 0.1 | 100 | 0.3 | 0.2 | 1 | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.01 |
| 0.1 | 0.3 | 3 | 30 | 0.01 | 10 | 0.03 | 0.3 | 1 | 1 | 0.01 | 0.03 | 0.0001 |
| 0.01 | 30 | 30 | 300 | 0.1 | 100 | 0.3 | 0.2 | 1 | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.01 |
| 0.01 | 3 | 30 | 300 | 0.01 | 10 | 0.03 | 0.3 | 1 | 1 | 0.01 | 0.03 | 0.0001 |
| 0.001 | 300 | 300 | 3000 | 0.1 | 100 | 0.3 | 0.2 | 1 | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.01 |
| 0.001 | 30 | 300 | 3000 | 0.01 | 10 | 0.03 | 0.3 | 1 | 1 | 0.01 | 0.03 | 0.0001 |
| 0.0001 | 300 | 300 | 3000 | 0.1 | 100 | 0.03 | 0.3 | 1 | 1 | 0.1 | 0.03 | 0.01 |
| 0.0001 | 30 | 300 | 3000 | 0.01 | 10 | 0.003 | 0.4 | 1 | 1 | 0.01 | 0.003 | 0.0001 |
| 0.00001 | 300 | 300 | 3000 | 0.1 | 100 | 0.003 | 2 | 1 | 1 | 0.1 | 0.003 | 0.01 |
| 0.00001 | 30 | 300 | 3000 | 0.01 | 10 | 0.0003 | 3 | 1 | 1 | 0.01 | 0.0003 | 0.0001 |

1. 不確かさ (Unc) はレンジエクステンダ6011、ブリッジ6010Dまたは6242Dの自乗和のルートで計測結果の標準偏差 (2 σ) です
表 2: 6010/6011/300 計測比率の不確かさ

システム電源 他の説明

計測システムの電源は単相100V、120V、220V、240Vが選べます。システムの運用性、可動性を向上させるため、計測器ラックはホイール付きです。



AccuBridge® 6010/3000A または 6242/3000A システム

6010/3000Aシステムまたは6242/3000AシステムはMIの高電流レンジエクステンダ 6011D/150、6012M、6013M、または 6014M と電流極性切替スイッチ 6023、6024、または 6025 を接続し、シャント抵抗 (0.1 $\mu\Omega$ ~ 0.1 Ω) の計測を行います。6011D/150 は比率 10、100、と1000が設定できます。6012M、6013M、と 6014M の比率は 1000:1です。これらを組み上げると比率 1,000,000:1、電流は 3000 Aまで制御できます。6012M、あるいは6014Mの最大出力電流は各々2A、0.4 A、あるいは3Aです。6012Mの出力電流は6011Dの10Aレンジに、6014Mの出力電流は6011D/150の10Aレンジに入力します。

図5が基本の6010/3000A シャント抵抗校正システムを、図6はシステムの全景を示しています。

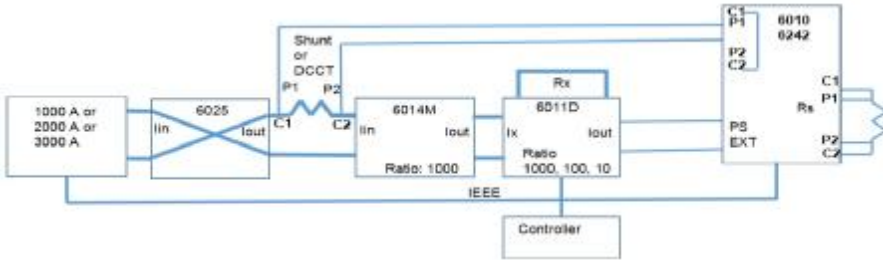


図 5: 6010/3000A シャント抵抗校正システム



図 6: 6010/3000A シャント抵抗校正システム オプションの4220/30A スキヤ付

計測システムは、ホイール付きの高さ1530mmのラック 2台に組み込み活用いただけます。6010/1000は6010/150を一つのラックに組み込み、6012Mと6025と一台の1000A電源をもう一つのラックに組み込みます。6010/2000は6010/150を一つのラックに組み込み、6012Mと6025と二台の1000A電源をもう一つのラックに組み込みます。6010/3000は6010/150を一つのラックに組み込み、6014Mと6024と三台の1000A電源をもう一つのラックに組み込みます。

6010/3000あるいは6242/3000の基本精度は2ppm以下です。この値には高電流レンジエクステンダ (6010Mまたは6014M)、6011D/150 (1000、100、10)、そしてブリッジ6010Dまたは6242Dの不確かさを含んでいます。この装置は比率計測装置なので、電源供給装置あるいは極性切り替え装置にはシステムの不確かさに影響を及ぼすことはありません。比率校正の技術で6012Mあるいは6014Mとレンジエクステンダ6011D/150をブリッジ6010/6242に対し活用します。(図5参照)

シャント抵抗 6010/1000A/2000A/3000A の接続

図7は 3000Aシャント抵抗を6010/3000A端子に接続している様子を示します。銅バーを拡張し、6010/3000Aブスに接続し、接続部、銅バーで不要な熱を発生しにくいようにしています。この方法は計測中に発生する不要な計測結果の偏差を少なくでき、ケーブルを使った配線方法より良好な結果が期待できます。銅バーはMIシャント抵抗を購入いただくと、オプションで販売させていただきます。



図 7: シャント抵抗の接続

9332/3000A シャント抵抗 /10 $\mu\Omega$

メジャーメンツインターナショナルは各種のシャント抵抗、10A (モデル 9332/10)から3000 A (Model 9332/3000/10 $\mu\Omega$)を製造しています。これらシャント抵抗を電流が金属板を等分布するようにしています。図 8は熱電対を組み込んだ9332/3000Aのシャント抵抗の外観写真と熱画像情報を表示します。すべてMIの高電流シャント抵抗は熱電対を組み込むことが出来、シャントでの発生温度を計測できるようにしています。

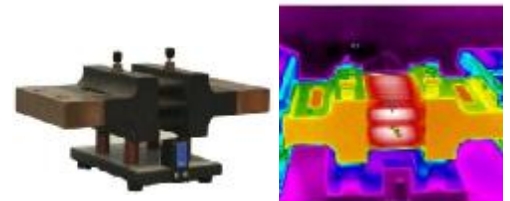


図 8: 9332/3000 外観写真、熱画像写真

| 6011/3000 | | | | | | | | 6010 | | | | | |
|-----------|--------|-----------|-----------|-----|--------|------|--------------------|----------|-----|-------|-----|--------|----------|
| Rx | Test I | Range | Ratio | O/P | Vrx | Prx | Unc | Rs | Ix | Ratio | Irs | Vrs | Prs |
| Ω | A | | | mA | V | W | ppm ^{1,2} | Ω | mA | M/S | mA | V | W |
| 0.001 | 500 | 10,000 | 0.0001 | 50 | 0.5 | 250 | 0.2 | 1 | 50 | 1 | 50 | 0.5 | 0.0025 |
| 0.001 | 1000 | 10,000 | 0.0001 | 100 | 1 | 1000 | 0.2 | 1 | 100 | 1 | 100 | 0.1 | 0.01 |
| 0.0001 | 500 | 10,000 | 0.0001 | 50 | 0.05 | 25 | 0.3 | 1 | 50 | 1 | 50 | 0.5 | 0.0025 |
| 0.0001 | 1000 | 10,000 | 0.0001 | 100 | 0.1 | 100 | 0.3 | 1 | 100 | 1 | 100 | 0.1 | 0.01 |
| 0.00001 | 1000 | 100,000 | 0.00001 | 10 | 0.01 | 10 | 1 | 1 | 10 | 1 | 10 | 0.01 | 0.0001 |
| 0.00001 | 3000 | 100,000 | 0.00001 | 30 | 0.03 | 90 | 1 | 1 | 30 | 1 | 30 | 0.03 | 0.0009 |
| 0.000001 | 1000 | 1,000,000 | 0.000001 | 1 | 0.001 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.001 | 0.000001 |
| 0.000001 | 3000 | 1,000,000 | 0.000001 | 3 | 0.003 | 9 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 0.003 | 0.000009 |
| 0.000001 | 3000 | 1,000,000 | 1,000,000 | 0.3 | 0.0003 | 0.9 | 2 | 0.1 | 0.3 | 1 | 1 | 0.0003 | 0.000009 |

表 3: 6011/3000 計測比率の不確かさ

注1: 6010 / 6011D-150Aの仕様は表1を参照してください。注2: これは比率校正のため、エクステンダの自己校正技術を活用することで不確かさが改善できます。あなたが求める基準の安定性に応じて、より小さな不確かさを達成することも可能です。

抵抗-温度関係カーブ と温度-時間関係カーブ (オプション)

全てのMI高電流シャント計測システムは計測するシャント抵抗の特性として、抵抗・温度の関係、そして温度・時間の関係を提供できます。MIは提供できません。

このカーブは抵抗エレメントで熱放散するシャント抵抗の特性を示し、二次の多項式でモデル化しています。(チャート1) シャント抵抗の温度と抵抗値が安定した時、一定の電流が流れている場合、シャント抵抗器は平衡状態にあります。一度、抵抗・温度平衡関係を得ると、関係式は変化しません; 抵抗値は時間とともにドリフトします。これは通常の標準抵抗器と同じ挙動です。MI6010/3000ソフトウェアはシャント抵抗の温度計測を行う機能を、同じ温度に達成したことを確認できます。シャント抵抗器の温度計測は、配線にケーブルを使用する場合、特に重要になります。

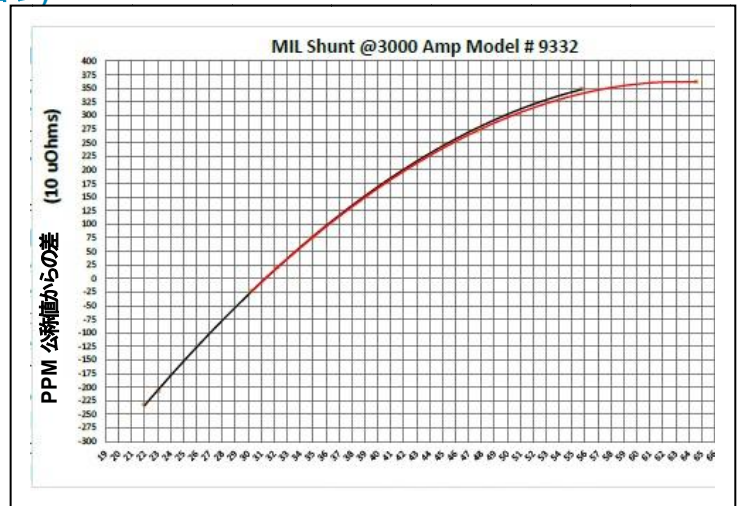


チャート 1: シャント抵抗 の温度 vs 抵抗値の関係

アクセサリ

更に小さな計測不確かさを実現する為、6010/3000あるいは6242/3000AシステムのMIアクセサリを使用してください: 9400オイル槽 (図9)、9300A 空気槽 (図10)、9210A & B 湿式標準抵抗器 (図11)、9331R 乾式標準抵抗器 (図12)、フルセットの9332シャント抵抗器 (図13)、そしてシャント拡張板 (図14) です。さらに必要ならシャント抵抗に接続用の高電流、低電流用のケーブルも提供できます。



図 9: 9400
オイル槽



図 10: 9300A
空気槽



図 11: 9210A
湿式標準抵抗器



図 12: 9331R
乾式標準抵抗器



図 13: 9332 シャント抵抗器
(10 A ~ 3000 A)



図 14: シャント拡張板

> 106.85546 656 12 23 30 35 38
 > 106.85546 656 12 23 30 35 38
 > 106.85546 656 12 23 30 35 38
 > 106.85546 656 12 23 30 35 38
 > 106.85546 656 12 23 30 35 38
 > 106.85546 656 12 23 30 35 38
 > 106.85546 656 12 23 30 35 38
 > 106.85546 656 12 23 30 35 38
 > 106.85546 656 12 23 30 35 38
 > 106.85546 656 12 23 30 35 38



| 仕様 | | |
|---|------------------|-------------------------------------|
| 計測電流の設定範囲 | 150 mA ~ 150 A | 100 μΩ ~ 1 Ω |
| | 150 mA ~ 300 A | 10 μΩ ~ 1 Ω |
| | 300 A ~ 3000 A | 1 μΩ ~ 1 Ω |
| 線形性能 | フルスケールの±0.02 ppm | |
| 仕様を満たすまでの暖気（待機）時間 | 1 分 | |
| 温度係数 | 0.01 ppm/°C | |
| 外部通信機能 | IEEE 488 (GPIB) | |
| 計測電流精度 注: 0.1%の電流ゲインエラーは、計測システムに極性切換え機構を加えると0.1ppmになります。 | 150 mA to 150 A | ±0.1% |
| | 150 mA to 300A | ±0.1% |
| | 300 A to 3000 A | ± 0.1% of range + 1 bit for 8 hours |
| 許容できる発生電圧 | 0 to 100 A | 4.2 V |
| | 100 A to 3000 A | 3.3 V |
| 仕様をフルに満たす環境温度 | | |
| 運用環境温度 (湿度30 ~ 90% RH 湿度無きこと) | +10 °C ~ +40 °C | +50 °F ~ 104 °F |
| 保存温度 | -20 °C ~ +60 °C | -4 °F ~ +140 °F |

手配は

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. モデル 6010D/150 A システム | 7. モデル6242D/150 A システム |
| 2. モデル 6010/300A システム | 8. モデル6242D/300 A システム |
| 3. モデル 6010/400A システム | 9. モデル6242B/400 A システム |
| 4. モデル 6010/1000A システム | 10. モデル6242D/1000 A システム |
| 5. モデル 6010/2000A システム | 11. モデル6242D/2000 A システム |
| 6. モデル 6010/3000A システム | 12. モデル6242D/2000 A システム |

アクセサリ

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1. 熱電対読み取り装置 (1 ~ 4 チャンネル) | 4. 4220A/30A 4 Terminal Scanner |
| 2. モデル 9332 シャント抵抗 10 A ~ 3000 A SPSCW-4-30M | 5. 配線ケーブル (4 芯線) (100 mΩ ~ 1 uΩ) |
| 3. シャント抵抗拡張銅板 | 6. 配線ケーブルSPSCW-4 100M (4 芯線) |



Form MI 66, Rev. 8, Dated 2012-03-28 (QAP19, App. "N")

メジャーメンツ インターナショナル 本社

Measurements International
 PO Box 2359, 118 Commerce Drive Prescott,
 Ontario, Canada K0E 1T0
 Phone: (613) 925-5934
 Fax: (613) 925-1195
 Email: sales@mintl.com Toll Free:
 1-800-324-4988

メジャーメンツ インターナショナル ジャパン株式会社 (MI Japan)

〒573-1136
 大阪府枚方市宇山東町6-1 メロディーハイム枚方牧野公園207号室
 Tel & Fax 072-396-4660
 Email info@mi-jpn.com
 HP <http://www.mi-jpn.com/>