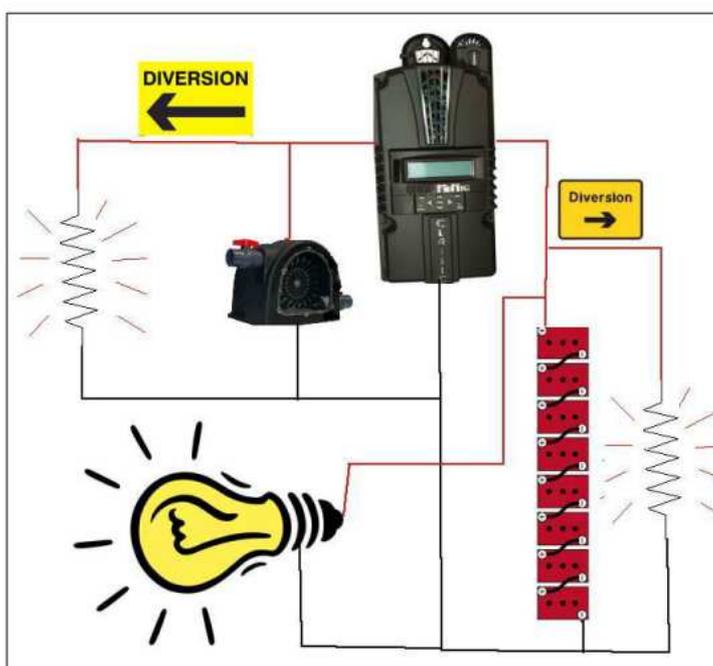




パワースポウトInformation - 蓄電池システムでのダミー抵抗

この情報は参考用です



著作権表示

PowerSpout Documents

登録会社名

EcoInnovation社(ニュージーランド)

原文発行情報

1.1 Edited by H.P. October 2015

免責事項

当事者間で個別協議した場合を除き、本説明書による免責は以下の様に説明できます。

(a)メーカーの発表する如何なる書類上からの技術的精度、適応性等への保証は責任範囲内ではありません。

(b)メーカーの発表する如何なる書類上からの情報を基に実行し、又はその様な情報を利用実行後の直接的、間接的損失、損傷、(それが物的であれ、精神的であれ)等の使用者側での不利益に対する責任の対象者には、我々はなり得ません。メーカー発表全情報は、あくまでユーザーリスクとしてご利用下さい。

Oct. 2015

目次

負荷とは何でしょう?.....	3
負荷は電気供給元にどういふ事で影響を与えているのでしょうか?.....	3
パワースパウトタービンとその負荷による影響.....	3
蓄電池用負荷の意味.....	4
負荷制御の必要性はなんでしょう?.....	4
保護の為の転換負荷について.....	4
負荷が無い状態での操作.....	5
高Vocでの回転運動に関し.....	5
保護の為の最適な負荷について.....	6
負荷の種類.....	7
水ヒーター（温水用ヒーター）.....	7
発電機直結のクリッパタイプの転換負荷.....	8
蓄電池電圧 12/24/48V用特殊ヒーター.....	8
負荷抵抗の抵抗値の計算方法.....	9
モーター動作の家電製品を負荷として使う方法.....	10
蓄電池充電制御器について.....	11
鉛酸蓄電池充電について.....	11
太陽光パネルとMPPT充電制御器.....	12
ダミー抵抗方式（PWM制御と、疑似負荷）.....	12
MPPTの代わりに疑似負荷を使う?.....	13
発電機とMPPT制御器/蓄電池をマッチングさせる.....	13
図解で更に“例”で説明します.....	14
Klampit とは 何でしょう?.....	15
何故必要でしょうか?.....	15
万が一、作動しない事故は起こり得るのでしょうか?.....	15
もっと簡単な方法は無いのでしょうか?.....	16
48V蓄電池充電にKlampitを使った場合のダミー抵抗の規格を お教えてください.....	16
蓄電池側のみのダミー抵抗で電圧制御はできないのでしょうか?....	17
切替スイッチの種類.....	17
On/Off スイッチ.....	17
パルス幅変調制御(PWM制御).....	17
ダミー抵抗組み合わせ色々.....	19
基本的な方式図.....	19
水力以外の発電システムとの併用とダミー抵抗について.....	21
エコイノベーション社お薦めシステム.....	22
市販されているMPPT制御器の種類.....	23
サーモスタット回路例.....	25

負荷とは何でしょう？

電気回路では、エネルギー源はその供給元から提供され、通常、我々のマイクロ水力では、発電機が又は蓄電池がその任にあたり、エネルギー源は負荷で消費されます。負荷とは通常プラグで電気供給元に差し込み、電気回路を完成させ、そこに電流が流れ、電気エネルギーを使用出来る物を意味し、例えば、電球で光を得たり、ヒーターで熱を得る様な電気用品類を意味しています。

通常の生活では、これら電気器具にはスイッチが付属し、使いたい時に使えるオンデマンド方式になっています。本説明書では、その様な事を説明するのではなく、何故蓄電池にダミーロードが必要とされ、その操作を如何に自動化するのかを説明しマイクロ水力発電で得られるエネルギーを効率良く蓄電池に貯めるか、を説明しています。

負荷は電気供給元にどういう事で影響を与えているのでしょうか？

電気供給元はその発生を電圧で計測する事が出来、通常供給元の2本電線の間で計ります。通常この電圧は安定しており、例えば100VAC(家庭の電線の例)や自動車の蓄電池は12VDCと言われています。しかし実際にはこの数値は、電気供給元の状況や、その電気の消費の状況で、変動しています。

パワースパウトタービンとその負荷による影響

もしパワースパウトのタービン回転時に負荷が繋がっていないとすると(例えば負荷を操作中に取り外す)、電圧は上昇し、この場合の電圧を**開放電圧**(Open Circuit Voltage, Voc)と呼んでいます。この状況での電圧は高くなり、以下の理由で上昇します。

- ・最初の理由は回転が高速に変化します。タービン出力電圧は直接に回転数で決まります。タービンの負荷が無くなれば回転数は上昇します。水のエネルギーは回転数上昇で消費され、最終的に高速での一定になり、それ以上には上昇しません。
- ・2番目の理由は、通常の正常な使用状況下では、電流はコイルに流れており、電圧を抑制しています(巻線のインピーダンス値に影響されていますが)。もし一定の回転数の元で、消費を上げれば上げるほど電流が流れ、電圧は下降し始めます。(電圧低下はVoc値から、低下し始めます)しかし開放電圧に陥った場合、電流は流れませんから、電圧ロスが無くなるのです。

参考情報：電圧上昇 (PowerSpout)

ペルトン、ターゴの場合、メーカー発表の正常電圧の3倍に到達。
LHの場合、約2倍に到達。

発電機に正式な負荷を繋ぎ、電流を流す事により、次の現象が引き起こされます。

1. 磁場発生トルクによりランナー回転が抑えられ、一定回転に落ち着き、更なる電流供給に対応出来る状況になり、
2. 配線電線内部抵抗で、電圧低下が引き起こされ、出力電圧に影響を与える

この様に発電機に繋がる負荷は発生電圧の低下をもたらせています。

蓄電池用負荷の意味

蓄電池に、一方方向に連続に電流を流し、充電するにつれ、電圧はその設計基準電圧に比較して、上昇を続けます。ここで2種の現象が生じています。先ずは内部インピーダンスの為、電圧は直ちに上昇します（一方発電機側では、緩やかな電圧低下が引き起こされています）、又、蓄電池内部の化学変化に従い開放電圧に近い電圧上昇が引き起こされます。例えば、我々は12V電池と称する物は、充電が理想的に与えられれば14Vに到達します。電流の上昇、反対の減少は、この電圧の変化に関連しています。充電完了で、充電停止の場合、ある期間内では14Vを維持しますが、その後13、12へと下降します。

蓄電池に向かい電流を流すのとは反対に、負荷を使いますと電流を吸い上げる事となります。この作動で蓄電池の電圧は下降します。負荷を使えばその電流で電圧が低下します。充電作動中に負荷を使えば充電電流を分岐し、充電の速度が低下し、その理由により、電圧上昇は抑える事が出来ます。

ここで言える事は、転換負荷を使う事は蓄電池電圧を低下させ（又は限度を与え）、（一方発電機の発生電圧も制御出来）、総合的にシステムとしての望ましい管理が行える事となります。

負荷制御の必要性はなんでしょう？

負荷制御の必要性は2種あります。一つは貴方のシステムを破壊から守る為であり（多くの場合疑似負荷と称されるダミー抵抗）、もう一つは得られるエネルギーを最大限利用する事にあります（多くの場合この操作に使われる負荷を転換負荷と称します）。負荷の選定には異なった目的の為に多種の負荷を必要とされる場合や（疑似負荷と転換負荷の組み合わせ）、一種の負荷（疑似負荷のみ）で全ての状況に合致されるか、ある場合には（非常に低発電量の場合）ダミー抵抗の使用を控えられる決断もあるかも知れません。

保護の為の転換負荷について

マイクロ水力発電機は連続してエネルギーを生み出しています。もし貴方の蓄電池が満充電状態になれば、発生するエネルギーはどこか他に振り向けねばなりません。もしそうしないとすると、貴方の蓄電池は過充電状態に陥り、内部の電解質を溶かしている水分は蒸発し、最終的に爆発してしまいます。結論は、蓄電池の過充電を防止出来る安全維持が必要です。本説明書の後半ではこの保護を自動的に実現する方法を説明します。方法には3種あり、①流れ込む電流を分岐して操作するか（転換負荷）、又は②発電機との回路をダミー抵抗に全て負担させるか（疑似負荷）、③最後は負荷無しで運転するかに有ります。

もし、蓄電池と発電機の回路が突然遮断された場合、発電機の回転は過回転状態に陥り、高電圧を発生し、騒音が最大になり、システムになり得ません。

負荷が無い状態での操作

しかし、過回転が大問題としても、その回転の速度にも影響されます。その状態は設置条件で大きく異なります。回転数上昇では常に騒音は増加しますが、回転が低ければ、問題にされない場合もある訳です。パワースポウトの負荷を外した時の状況説明を以下に解説します

PLT (ペルトンタイプ)			
落差の幅	正常操作時のRPM	負荷切り離し時のRPM	解説
0-25m	0-800rpm	0-1600rpm	摩耗、騒音なしで負荷無しで運転可能
25-60m	800-1250	1600-2500	負荷無しでも運転可能、但し部品寿命は短くなる
60-130m	1250-1900	2500-3800	Voc試験は必要だが、負荷無し状況にならない事が必要
130m以上	1900以上	3800以上	問題多し、メーカーと相談

TRG (ターゴタイプ)			
落差の幅	正常操作時のRPM	負荷切り離し時のRPM	解説
0-5m	0-800rpm	0-1600rpm	摩耗、騒音なしで負荷無しで運転可能
5-12m	800-1250	1600-2500	負荷無しでも運転可能、但し部品寿命は短くなる
12-30m	1250-1900	2500-4000	Voc試験は必要だが、負荷無し状況にならない事が必要
30m以上	1900以上	4000以上	問題多し、メーカーと相談

LH (低ヘッドタイプ)			
落差の幅	正常操作時のRPM	負荷切り離し時のRPM	解説
1-2.4m	700-1000rpm	1000-1600rpm	摩耗、騒音なしで負荷無しで運転可能
2.4-5m	1000-1600	1600-2300	負荷無しでも運転可能、但し部品寿命は短くなる
5m以上	1600以上	2300以上	問題多し、メーカーと相談

高Vocでの回転運動に関し

Voc(開放電圧)が高い状況では、そこに接続されているMPPT制御器やPWM制御器を破壊する危険性が存在しているので Voc値と制御器の許容高電圧の関係を先に確認する必要があります。

“Klampit”と称する電圧安定部品を装備する方法

本部品は一般的でなく、本メーカー独自製品で、意味は、この部品により、負荷遮断時、急激に高圧に上昇する電圧を吸収し、発電機の過回転を吸収し、システムを安定させる部品で、最後の安全策です。この部品以外に発電機に合致した負荷(*clipper loads*=疑似負荷)も必要です。両者の働きで、発電機が不安定状態に陥らない回路を構成します。詳しくは、後のページで詳しく解説します。

Clipper Loads(クリッパー負荷) (疑似負荷)

どんな状況下でも発電機タービンが過回転を引き起こせない負荷を付属させます。クリップの言葉は電圧が最高に達した時、引き金がはたらいで負荷に電気が流れ接続された制御器の破壊を防ぐと同時に電圧安定部品Klampitと共同し、発電機を一定安定回転に戻す事が出来ます。しかしもし、クリッパーの容量が不足すると、高電圧に陥り、Klampitが作動し、システムの不安定運動に落ちこみ、取り付けた目的が果たせなくなります。

保護の為に最適な負荷について

貴方の蓄電池やタービン保護用負荷はシステムに常に付属しなければなりません。通常空気ヒーター（空気抵抗）ですが、その熱が影響しない場所に設置する必要があります。人に依ればこの熱も利用したいと水ヒーターを使い、温水に利用する方法も論議されますが、万が一高温水に到達した場合、このヒーターは遮断され、発電機負荷が成立しません。もし熱源応用なら、部屋や廊下、乾燥室等のヒーター源も考えられますが、過回転防止用に、負荷スイッチはONで使用しなければなりません。

効率良く転換負荷を働かせるには

独立電源としてマイクロ水力を使われる場合、時として、蓄電池が満充電となり、余剰エネルギーが生じる事が多々あります。一方家庭生活ではエネルギーを使い（燃料を燃やして）暖房や温水を使っています。もし 300Wの余剰エネルギーが利用可能とした場合、100%の水は8時間で20℃上昇させることが可能です。もしこの利用が可能なら、燃料代を節約できますし、又は水ヒーターとして利用出来ます。又はエアコン代わりに部屋を暖め、又は湿気取りに使うか、水ポンプを作動させ、畑の灌漑に利用可能です（もし、その様な余剰発電があれば：ですが）

上記の例の操作ではその余剰時、手動でスイッチを ON/OFFする事となります。最初の頃は喜びの運動として認識しても、徐々にその操作は負担になるでしょう。時にはスイッチを入れっぱなしにし、一晩放置後、朝になり、蓄電池電圧が最低に陥る事は、先輩が充分経験しています。反対に単なる空気抵抗で、余剰分を単に大気解放に放置するのもイライラする事となります。ここで、この余剰分の最適な無駄のない使用方法を自動化させる必要が発生しています。

転換負荷の最適な任務は、蓄電池に向かう充電電流が必要と徐々にされなくなった時点で作動始め（満充電前に作動）、放電開始時には直ぐ作動を停止する事が理想です。この表現は、蓄電池保護用の負荷抵抗の動作と同じと思われるでしょうが、**転換負荷と保護負荷には微妙な違い**があります。

転換負荷はなにかお役にたてる目的があり、その働きは間欠運動であり、単なる保護負荷に頼れない場合に働いていると言えます。例えば、水ヒーターを使用している場合、タンク温度が一定高温に達した場合、その時点で、蓄電池が満充電の場合、水ヒーターは切断されますが、余剰電気は、空気ヒーターに振り向け、全システムの安全を計らなければなりません。又は、やる気があれば、発電機回路を遮断してシステムの安全を計る場合も考えねばなりません。

負荷の種類

大抵の場合、負荷は、電気抵抗体であり、又電気ヒーターもありますが、動作基本は どちらも電気抵抗体です。電気供給源に繋がると、電流が流れ、その動作で電気が消費され、熱となって放出されています。

選定基準は

- ・電気供給源の電圧を分岐させるのか
又は
- ・電力 (W) の分岐を目的とするのか
に別れています。

オームの法則 (Ω)

$$\text{電流(I)} = \text{電圧(V)} \div \text{抵抗(R)}$$

(例 ; 2オームの抵抗を28Vに繋がると14Aの電流が流れる)

ワット(W)

$$\text{電力(W)} = \text{電圧(V)} \times \text{電流(I)}$$

(例 ; 28Vに14Aを流すと、392Wの電力が得られる)

水ヒーター (温水用ヒーター)

温水タンクを設計の場合、タンクの前の良く見える場所に大きいサイン板を設け



“排水前には、配電盤内 (場所を明示する事) の温水ヒーター電源を必ず切る事”と

表示し、一方配電盤内の温水ヒーターブレーカーには、“温水タンク排水前にはこのブレーカーを切る事”と表示して下さい。

もし、この温水ヒーターが唯一のマイクロ水力蓄電池過充電保護用に使われている場合で、発電システムの保護の為に必要不可欠な部品であれば、上記配電盤内の表示に、“このブレーカーを切る前に又温水タンク排水前には、必ず、発電を停止しなければならない、水を止める事と表示が必要です。

水ヒーターは現状最も考えられる、有効な転換負荷です。しかし、水が高温になった場合、どうなるかを先にかけておかねばなりません。現在市場に出回っている如何なるサーモスタット器具もマイクロ水力蓄電池用に作られた物は無いのです。最後のページにサーモスタット回路例を付していますので、それも参考にしてください。

一般に市販されている水ヒーターについて

街の電気部品販売ショップで水ヒーターを見つける事は可能でしょう。しかし、読者は通常蓄電池電源利用者とする、一般家庭の120V/240Vの電線電源とは異なっています。もし、その様な家庭電源用を蓄電池に繋がると、発熱量は劇的に低下します。(右の説明をお読みください)

どうしても、家庭用しか購入できないとなれば、必要本数を数多く仕入れ、並行接続で実現するか、又はインバーターで家庭電源を得るか、最終的には何とか調査して、蓄電池電源用に製作されたエレメントを仕入れる望みを持つ事です。

動作電圧に従うヒーターの発熱量は下記の計算式をご利用ください。

$$\text{発熱量 (動作W)} = (\text{動作電圧} / \text{製品定格電圧})^2 \times \text{定格でのW}$$

例えば240V用3kWのヒーターを100Vで使用すると、上記計算式で

$$\begin{aligned} W &= (100/240)^2 \times 3000 \\ &= 0.417 \times 0.417 \times 3000 \end{aligned}$$

従って 約520Wの発熱となります。

発電機直結のクリップタイプの転換負荷

もし蓄電池充電方式で MPPTタイプを御使用の場合 120Vや240Vの抵抗が繋がります。MPPTの入力端子の最高接続電圧を調べてください。ヒーターの定格以内で作動するMPPT制御器を選びます。

しかしヒーターに組み込まれているサーモスタットはDCのON/OFF用の構成にはなっていない筈です。最高温度到達時の保護回路は考える必要があります。

定格電圧の半分の電圧で、水ヒーターを動かした場合、流れる電流は定格の半分となり、一方、消費電力は定格値の1/4の発熱となります。

例えば240V 2kWのヒーターを120Vで使用すると消費電力は500W, 60Vでは125Wになります。48V蓄電池を繋げば60V以下で作動し発熱は僅かに得られます。

蓄電池電圧 12/24/48V用特殊ヒーター

ご自分で空気ヒーターを右の写真の様に組み立てる事が出来ます。ステンレス電線、オーブントレイと冷却金網で作れます。30Aの抵抗電線も必要であれば電圧指定でお尋ね下さい。エコイノベーション社で時々在庫する場合があります。

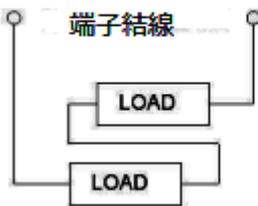
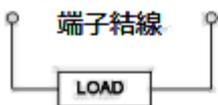


大型の巻線抵抗体や水ヒーターもエコイノベーション社で用意しています。定格1kW 0.8オームは蓄電池の12/24/48VDCに適し、シリーズ結合、パラレル結合で、目的のワット数をカバーできます。使用時には安全管理を怠らない事です。火災発生危険のある場所での使用は出来ません。電圧にも注意が必要です。容量が多く、人体に影響のある場合、これら抵抗は、子供さん等無知の方が簡単に触れないよう、金網で保護した、安全箱に収納し、危険マークを見えやすい箇所に貼り、事故防止を行います。

	<p>空気ヒーター（セラミック巻線抵抗）</p> <p>2本一組で販売、2個での重さ4kg</p> <p>一個規格、0.8オーム 1kW</p>
	<p>水ヒーター、2本一組</p> <p>重量1kg, 1.25BSP boss</p> <p>一個規格、0.8オーム 1kW</p>

これらの抵抗は28V(24V蓄電池)の充電時、入り込む電流を分岐する方法で安全を確保する方法に利用されています。48Vにも使用。この2本の組み合わせ方法で（シリーズやパラレル）、各種蓄電池電圧に対応し、又各種電流に対応可能です。

使い方の例を下に示します。

結線方法 (0.8Ω/各)	12V	24V	48V 蓄電池
シリーズ結線 1.6 Ω 端子結線 	123W	490W	1,960W
単体使用 0.8 Ω 端子結線 	245W	980W	使用不可
パラレル結線 0.4 Ω 端子結線 	490W	1,980W	使用不可

負荷抵抗の抵抗値の計算方法

もし貴方が電気ショップで負荷抵抗が欲しいと言われた場合、ショップ側はオーム値（抵抗値）と定格電力値（ワット数）を質問します。しかし実際使用上のワット数はその抵抗体に与えられる電圧値で異なった物になりますが、連続使用上定格のワット数を超えて使用は出来ません。

オームの法則に従えば：電流(A)=電圧(V)/抵抗(R)であり

$$\text{電力(W)} = \text{電圧} \times \text{電流} = \frac{\text{電圧}^2}{\text{抵抗}}$$

今、お手元に負荷抵抗に使える抵抗体がある場合、最初に計算する事は何処までの電圧に使えるか計算するのが必要です。*電力値とオーム値を先ず掛け合わせその値を平方根に換算します。

例として、今迄示した抵抗は1000Wで0.8オームとなっていました。使用可能最大電圧を知るには 平方根(電力×抵抗) = $\sqrt{800} \approx 28\text{V}$

この抵抗体は、蓄電池が最大30Vに短時間到達しても（例えばセル均一動作中）短時間で有れば 24V電池に使える事が解ります。

法則から、一定値の抵抗体に与えられる電圧が低ければ、それだけ発熱量（W）は低くなる事が解ります。この例での抵抗であれば12V 24Vの蓄電池には使えますが、48V蓄電池ではシリーズ結合しか使えません。12V蓄電池では24/48Vの1/4に低下しています。

モーター動作の家電製品を負荷として使う方法

余剰電力の応用方法の一つに、モーターを使った家電製品を働かすことも考えられます。例えばエアコン、ヒートポンプ、除湿機、冷蔵庫、汲み上げポンプ 等。勿論インバーターで家庭電源に変換して使う場合、MPPTでは電圧が合えば3相入力から使用しますが、基本は 発電機の余剰を使うことに変わりは有りません。もし、発電機能力が蓄電池保存能力以上の場合、余剰分を破棄せず、利用するアイデアです。

モーターを転換負荷に使う場合は、急激な起動・停止のサイクル運動を伴い、時には数分連続運転させないと安定出来ないタイプもありますので、選定には適正条件を選ぶ必要があります。モーター類は起動電力が一瞬に大容量アンペアを必要とするタイプもあり、短期間のモーター起動・停止は器具類に過負荷がかかり、機器の故障も引き起こされますので、発電側、負荷側の双方条件を考慮する必要があります。

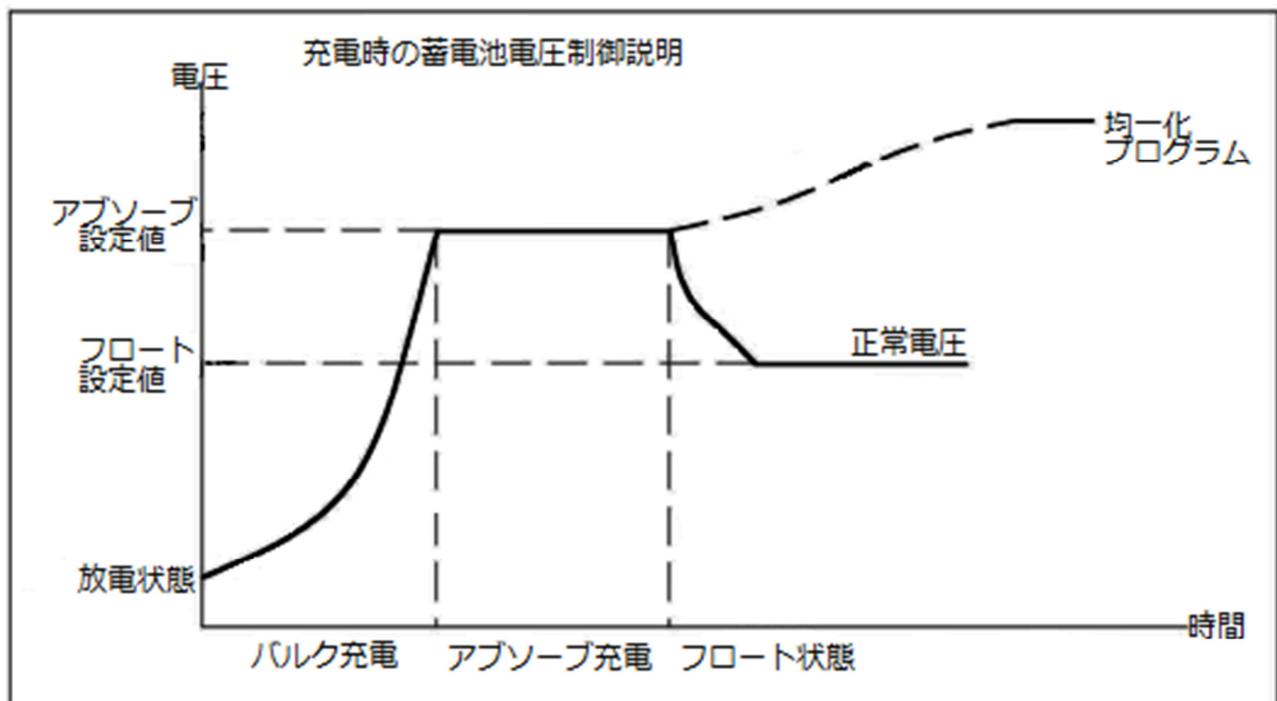


蓄電池充電制御器について

“制御器”の言葉の意味は広いのですが、本解説では蓄電池の充電程度を操作する器具を意味していません。通常MPPT制御器は基本的に太陽光パネルや水力発電機の電力を最大限引き上げる追加の機能を有しています。

鉛酸蓄電池充電について

本解説では鉛酸蓄電池の充電方式について解説し充電段階を3又はそれ以上で説明します。最初は、利用出来る電力を最大限蓄電池に取り込みます。この状況を**バルク**充電段階と言います。充電続行中電圧は徐々に上昇します。



蓄電池メーカーでは、環境温度に適した最高充電電圧の仕様を公開し、その電圧を**アブソーブ**（吸収）と表現し、又はアブソーブ設定電圧と表現しています。この電圧に到達すると充電制御器は充電電圧の投入をこまめに調整し設定電圧以上に上げない操作を行います。設定電圧維持に必要な電流のみを与え、一定電圧を続行させます。充電制御器の回路で、充電時間と電圧、電流を管理し、この蓄電池の充電は充分行われたと判断します。毎回完璧な100%充電状態には維持されませんが（これが蓄電池のストレスを増大させますが）、通常は満充電状態で維持されています。

アブソーブ充電完了後、制御器は次のセット電圧である**フロート**電圧維持に移行します。この電圧は蓄電池にストレスを感じさせない（蓄電池が破損されない安定状態）安全な充電電圧を維持する段階に入ります。

通常使用に際し、定期的に蓄電池を満充電にし、全てのセルが同じ状態に維持する事は非常に大切な事です。この**均一化**（イーコアライズ）充電はアブソーブ電圧より更に高い電圧で行われます。（やり方には各メーカーで異なり、あるメーカーでは電流を一定にし、電圧上昇を計るところもあります）。

この充電管理操作中、制御器は蓄電池に与える電流制御を緻密に行い目標としている電圧値以上に上昇させない事を行っています。もし電流不足で所定の電圧に上昇しない場合、得られる電流を全て充電に振り向け、バルク充電状態に戻します。

太陽光パネルとMPPT充電制御器

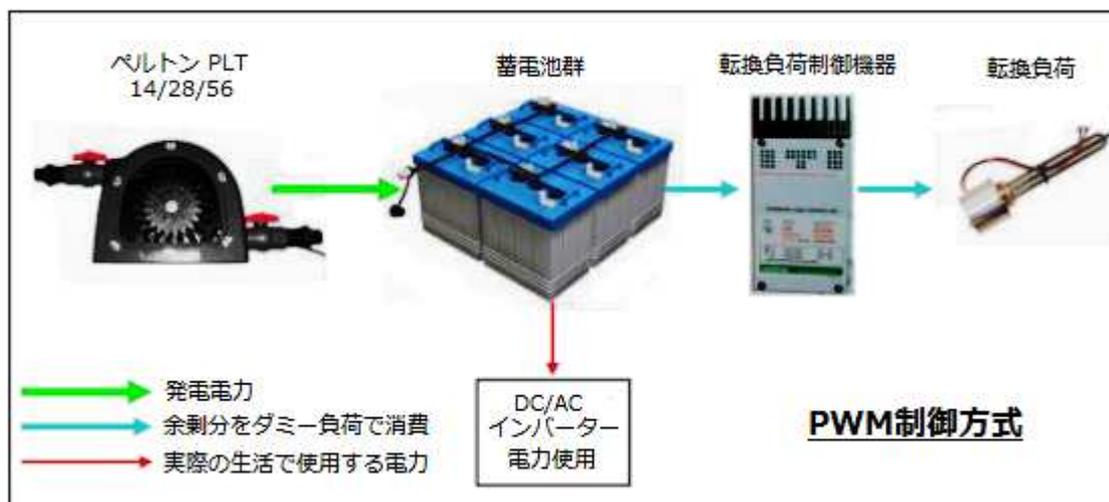
太陽光パネル使用に設計された充電制御器の傾向は、電流を上げない方向のプログラムの為実際発電可能な電力に到達しない場合が多いのです。この様に余分な電力を蓄電池に与えない事により、安定した充電を行っています。一方太陽パネル側では電流が制御されますので電圧が上昇します。電圧が上がり過ぎると負荷がなくなる状態になり、開放電圧に到達します。開放電圧が充電制御器に耐える程度であれば、システムに障害は起こりません。

太陽光パネルの制御器としてMPPT(Maximum Power Point Tracking)を通常使用します。この制御器はパワースポウトの水力発電システムにも使用されます。しかし、MPPTの傾向として、上記に述べました様に電圧を上げ、電流を絞る方向があります。

“MPPT”の特徴は、**反対に言えば**、高電圧にする事により、低電圧蓄電池に対し電流が最大に変換され、太陽光パネルや水力発電機から最大限の電力を得る事も出来ています。このメリットがあっても基本的に電力の収穫を押さえて行っている事には差は有りません。蓄電池の受け入れ電圧が、最大のアブソープ段階に到達した場合、MPPTは充電制限を行い、又は入力を停止し、パネル側や発電機側の電圧を上昇させる事となります。MPPT制御器の種類に関しては、本説明書の後半で更に説明いたします。

ダミー抵抗方式（PWM制御と、疑似負荷）

MPPTとPWM方式では、蓄電池充電制御方式は大きく異なります。規定値に近くなった充電状態になれば、電流を絞る(MPPT)のではなく、PWM方式は、満充電状態になれば、入ってくる充電電力全てを、ダミー抵抗に振り向け、発電機の安定を持続させ、蓄電池の安全を守る方式です。



独立電源方式で生活にマイクロ水力蓄電池をご使用の場合、基本的にPWM方式をお考えください。転換負荷へ切り替える回路の無い太陽光専用MPPT制御の場合、転換負荷切替が行われず発電機の過回転が引き起こされる事故発生の危険が存在します。

MPPTの代わりに疑似負荷を使う？

前頁の図解の様に、発電機を直接蓄電池に繋ぎ、MPPT制御無しに作動させることは可能です。しかし、その場合、疑似負荷の使用は不可欠で、可能であれば安全性を高める為に、2段階目の疑似負荷も接続されることをお勧めします。しかし、MPPTを薦める理由には以下の多くのメリットがあります。

- ・MPPTの特性として発電機の最大ワット数を確保出来る様電圧を自動的に調整します。この結果2種のメリットを得る事が出来ます：発電機の磁場調整の細かな作業をしないで、その落差と流量での最大発電量を自動的に得る事が可能で、次に、高電圧送電が可能となり、場所によっては送電線コストの設備投資価格が安価に済みます。
- ・制御器が故障を起こさない程度まで発達したおかげで、制御器が発電機を制御し、蓄電池の過充電を防止し、安全なシステムが得られます。最近の制御器には発電量の表示や記録機能、電池電圧セット値機能が充実し、日ごろの管理がし易く、蓄電池の寿命も延びる事となります。

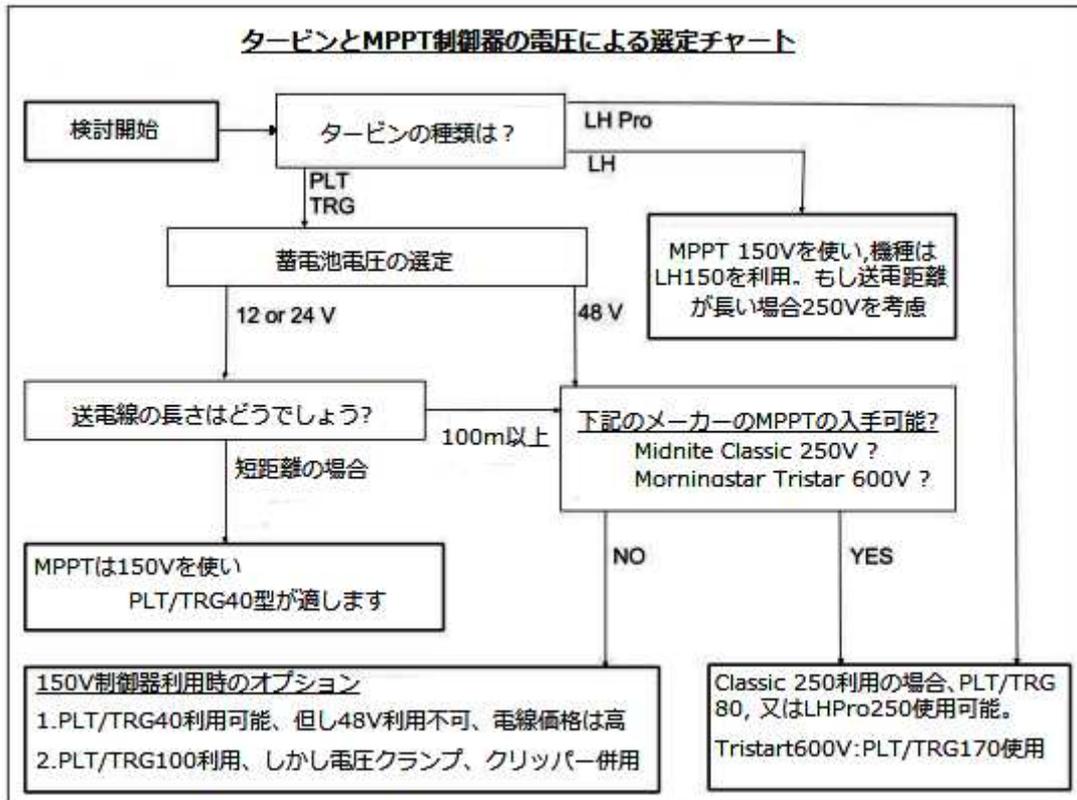
発電機とMPPT制御器/蓄電池をマッチングさせる

MPPT制御を使う場合、エコイノベーション社製発電機の電圧と蓄電池電圧、制御器の全電圧の検討が不可欠です。こうお話しするとややこしくお感じでしょうが、下記の例をお読みになれば、不信心は無いでしょう。各部署における電圧のチェック項目は以下の通りです：

- ・制御器の最大追従電圧値（MPPV）は蓄電池の充電電圧以上であること。
- ・発電機の実際の最大MPPV値は、制御器のMPPV値+送電線電圧ロス値
- ・発電機的设计MPPV値は、タービンの開放電圧で決定される。（これは各タービンで異なり下記表を参考にしてください）
- ・制御器の最大電圧は発電機の開放電圧値以上であること（又は安全クランプと言われる部品があるが、理想ではない：しかし実際の使用時導水管のロスが高く、電線ロスも高い場合、MPPV値とVoc(開放電圧)の差が開きすぎる場合も存在し、その様な場合安全クランプの使用は安全性を高めます）

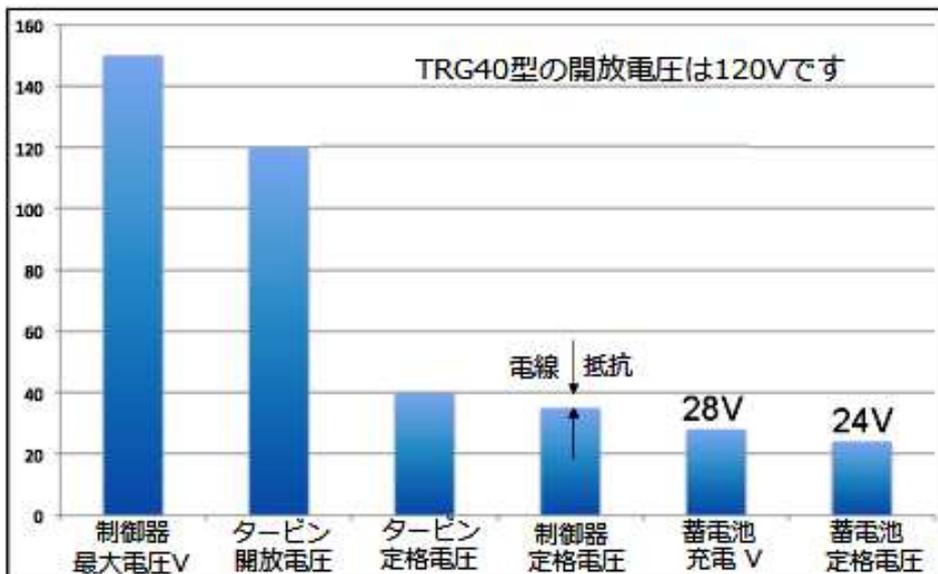
MPPT用 タービンモデル	最適稼働電圧	蓄電池	電線総延長	開放電圧	MPPT最大電圧
PLT/TRG40	40V	12,24V	250m	120V	150V
LH150	75V	12,24,48V	1000m	140V	150V
PLT/TRG80	80V	12,24,48V	1000m	220V	250V
LH250 LH250Pro	100-150V	12,24,48V	1000m	240V	250V
安全クランプ対応 タービンモデル	これらのタービンはコントローラを破損しない程度まで高電圧で作動しますが、安全クランプの度重なるトリップを避ける為、ミー抵抗の併用をお勧めしています。				
PLT/TRG56C	56V	12, 24V	500m	75V	100V
PLT/TRG100C	100V	12,24,48V	1000m	120V	150V
PLT/TRG170C	170V	12,24,48V	1000m	240V	250V
PLT/TRG200C	200V	12,24,48V	1000m	240V	250V

PLT=ペルトンタービン、 TRG=ターゴタービン、 LH=Low Head, 低ヘッド



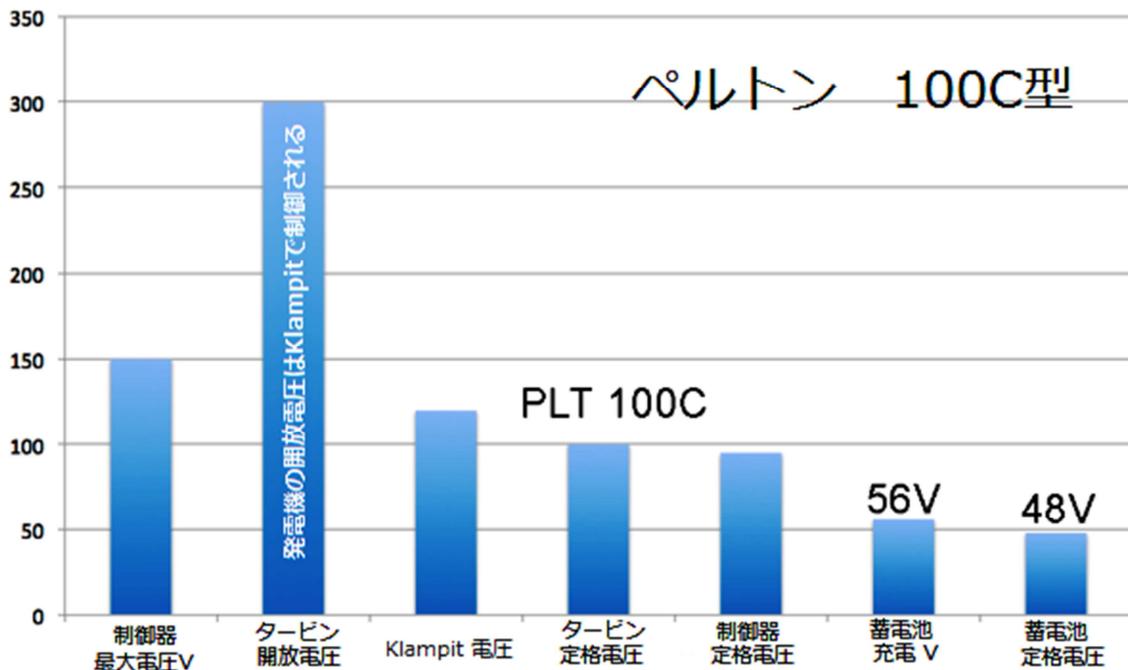
図解で更に“例”で説明します

この例は、MPPT制御器の使用最大電圧が150V DCのタイプで、最近150V DC可能製品が市場で見受けられます。一方 ターゴ40型は最大24V用蓄電池に使用されます。この関係は下記のイラストで説明出来ます。



勿論電流が許せば12V蓄電池にも使えますが、48V用蓄電池にはタービン電圧が不足しています。40VDC送電線の価格も考慮しなければなりません。もし送電距離が100メートルとなれば、その投資価格は高価になります。

更なる高電圧を伴う発電システムへの対処はどうされますか？ 例えば80Vの定格発電機に対し250Vにも耐えるダミー抵抗を使うか、もう一つは、Klampitと称される電圧安定器を使って、発電機の開放電圧に制御器が対応出来る方法もあります。以下の例は、発電機回路に安定器を入れて安全を計る方法です。



この方法では、発電機の開放電圧能力は300Vに達しますが、制御器で300Vに対応出来る物は見出せません。万が一発電機が300VになってもKlampitにより、140Vに抑えられ、150V制御器は使え、現在の48V蓄電池に対応できるシステムが完成します。

Klampit とは 何でしょうか？



一定電圧安定器とも言える安全装置で危険電圧に到達した時点でタービンを自動的に短絡します。本装置が働くと、発電機のVocは一定以下に抑えられ、再開時には正常の電圧に戻ります。負荷事故発生時、安定したシステムが守られます。

何故必要でしょうか？

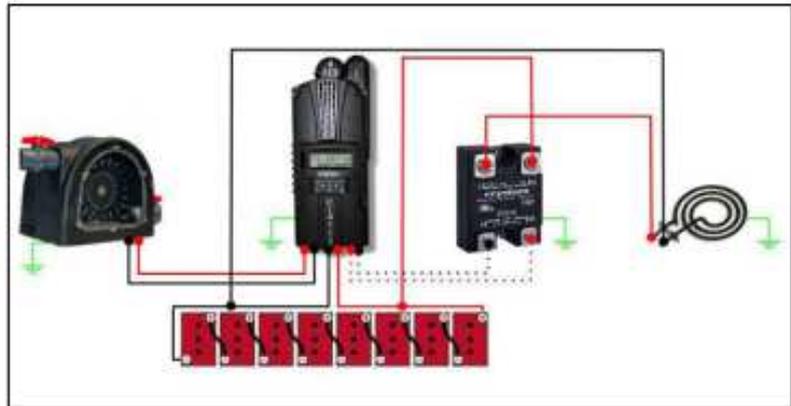
48Vの蓄電池では最大充電電圧は60Vに到達します。MPPT制御器は60Vで働いていますが、事故発生時、PLT100CのVocは180V以上に上昇しますが、制御器のVoc対応が150Vなので、制御器は破壊されてしまいます。この防止策にKlampitが役立ちます。

万が一、作動しない事故は起こり得るのでしょうか？

Klampitは安全装置であって、事故が無い限り不必要な物です。もし作動したとしても、邪魔者である事には変わりませんが、制御器が壊れる事を思えば、必要性もあります。

Klampitが作動しない事故防止の為に、発電機の電圧制御を怠らない方法を取らなければなりません。

通常の方法は、制御器内の内部リレーを使い、そこから外部リレーに信号を送り、発電機の電圧上昇が、Klampit作動電圧に近づいた時点で、ダミー抵抗にも発電電力を消費させる方法を取ります。



もっと簡単な方法は無いのでしょうか？

あります。可能なら、発電機のVoc以上に耐えるMPPT制御器を使う事です。例えば250Vに迄耐えるMidnite Classic 250が売られています。これは48V蓄電池システムに使えます。Klampit無しで24V蓄電池充電用に150V Vocに耐える制御器を使う手もあります。『この場合の充電最大電圧は40V近辺です』この2つの例では、発電機のVoc値は制御器の最大受け入れ電圧より低いので、ダミー抵抗を使う必要性は無いのです。

48V蓄電池充電にKlampitを使った場合のダミー抵抗の規格をお教えてください

基本的な考えは、使用するKlampitが作動開始する電圧に到達しない発電機電圧を確保し、しかしそのダミー抵抗の制御電圧は、MPPT制御器が一定時間後には作動開始して、本来の作業を行える電圧の物と言えます。下の表から、本件に適したおおよその抵抗値を探せます。黄色のワット数から先ず発電量を決め、下に向かってタービンMPPV値（定格電圧）（左の欄）を見出し、その右の値が抵抗値です。（Ωです）。

Turbine MPPV	Generation Watts							
	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600
40	8.0	4.0	2.7	2.0	1.6	1.3	1.1	1.0
50	12.5	6.3	4.2	3.1	2.5	2.1	1.8	1.6
60	18.0	9.0	6.0	4.5	3.6	3.0	2.6	2.3
70	24.5	12.3	8.2	6.1	4.9	4.1	3.5	3.1
80	32.0	16.0	10.7	8.0	6.4	5.3	4.6	4.0
90	40.5	20.3	13.5	10.1	8.1	6.8	5.8	5.1
100	50.0	25.0	16.7	12.5	10.0	8.3	7.1	6.3

例えばPLT100Cは発生電圧80-90V(MPPV)で作動します。発電量予想が400W以上とすると16-5Ωレンジの場所が検討値となります。

右の120V用ヒーター抵抗体はこの範囲に入っています。平行結合で抵抗値を下げ、シリーズ結合で、抵抗値を上げる事も可能です。ヒーターとしての熱源ワット数は右の表通りでない事をご理解ください。実際の使用電源電圧は120Vではありません。

120V elements	
Watts	Ohms
1000	14.4
1200	12.0
1500	9.6
1600	9.0
2000	7.2
2400	6.0

蓄電池側だけのダミー抵抗で電圧制御はできないのでしょうか？

殆どYESで、それのみでも、制御器がタービンを切断する事はないでしょう。しかし、制御器側から見れば、全時間に渡り作動しているのでもないのです。制御器に依れば時には発電機をVocに近い状態に作動させ、Klampitが作動する場合もあり得ます。従って、蓄電池側の電圧制御と共にタービン用ダミーの制御もお考えください。その安全回路のおかげで蓄電池が満充電時、余分なエネルギーを利用できると共にタービンの過回転を防止出来ます。

切替スイッチの種類

ダミー抵抗用充電制御器はシステム電圧を維持する為にダミー抵抗への回路を On/Offし、余剰分をシステムからダミー抵抗に振り向け、発電機の安定を実現します。スイッチは回路上で行いますが最終的には実際の電気を遮断したり、切り替える部品があります。これらは機械的なリレーかトランジスタやトリアックの様な半導体で行われます。半導体リレーは通常MPPTやPWMの制御器内に組み込まれ、又は外部の半導体リレーとなっています。

On/Off スイッチ

基本的スイッチは機械的なリレーで、右側写真の状態の物です。自動的に動かします。機能的には流れる電流値より大きい容量の切り替えが必要です、勿論電圧も余裕が必要です。リレーにはACとDCに別れていますので DC用を選定します。

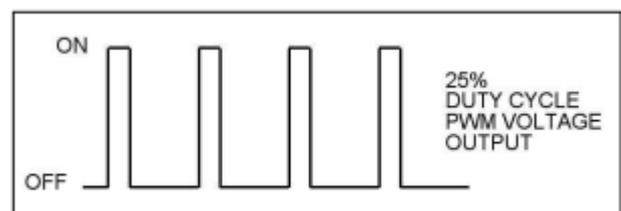


負荷に切り替えられた時点で、このリレーには余剰の電流が流されます。となると、蓄電池に向かう電流は瞬間に減少し、電圧低下が発生します。となると、負荷に切り替わった回路は復帰を始めます。この切り替わりが頻繁に行われないう、電流操作は正常電圧の少し上を走る様平均を取らねばなりません。頻繁な切替運動はリレーの寿命低下につながります。このOn/Offのスイッチタイムの適正はダミー抵抗にも健康な状態を作りますが、あまり緩慢にした場合、蓄電池電圧の正常性を保てなくなります。

パルス幅変調制御(PWM制御)

Pulse Width Modulation とは非常に高速で（例えば一秒に数百回）電圧を一定にしながら電流の出力をon/offする方式を蓄電池充電に応用しています。（PWMの応用にはモーター回転数制御（インバーターとも言われます）など、多くの電気回路で使用されています）。高速PWM制御では、電圧は非常に安定に制御出来、必要な電流を正確にパルスの幅の範囲で平均的に送り出しています。平均的電流の量を増やしたい場合パルスの時間を増やせば可能で、このパルス幅をデューティ・サイクル（パルス幅のHとLの比）と言います。

この比は%で表示されます。もし蓄電池への充電量が20Aとした場合、右のイラストのデューティサイクルを25%とした場合、一定時間内に蓄電池に送り込める電流値は1/4ですので5アンペアを連続して送り込むこととなります。



PWMのメリットは、この説明の様に、精度よく、蓄電池にショックを与えず、電圧を制御しながら充電できています。

一方PWMの欠点は、この運動の為制御器内部やダミー抵抗に、耳に聞こえる雑音が発生します。インバーターの種類には交流を使うAC SSR（ソリッド ステート リレー）方式があります。もしAC SSRの代わりにPWM方式のインバーターを使いますと照明ランプが明滅します。

このメリットとデメリットは応用状況で判断されています。あるユーザーは騒音や照明のイライラに満足されません。騒音に関しては、吸音材の応用で減少される方もおられます。導入する前にメリットとデメリットを知る事は必要です。モーターに応用の場合、PWMのスイッチング速度を低速にすることにより、騒音減少も可能です。

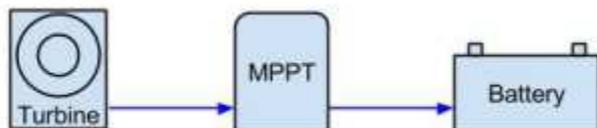
PWMのダミー抵抗を、空気放熱から水温ヒーターにされた場合、タンク内に移動させたおかげで、騒音トラブルを解決された場合もあります。

ダミー抵抗組み合わせ色々

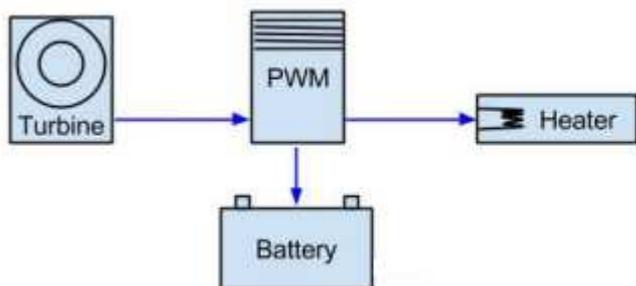
基本的な方式図

下記に紹介します色々な図式は、蓄電池充電方式とダミー抵抗の関係を表しています。実線表現での矢印は実際必要な結線回路であり、点線で示したエリアは制御や信号の伝達関係を意味しています。

1. 発電機とMPPT制御器を直結し、最大電力を蓄電池に送り込み、且つMPPTでは高電圧で送電できる（配電距離が長くて可）メリットがあります。基本レイアウトは以下の通り：

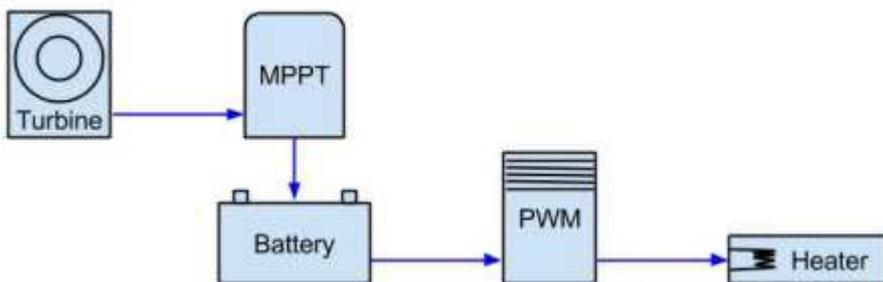


蓄電池が満充電の電圧に到達した時点では、MPPT側は充電を弱めます。タービンは無負荷になり回転を最大に上げます。この場合、ダミー抵抗は使いません。（タービンのVocとMPPTの最大電圧の組み合わせが可能な場合のみですが）タービンの寿命、騒音問題が無い場合や、余剰エネルギーの利用が出来ない事を了解しておく必要があります。次の例は、昔からあるPWM制御の例で、必ずダミー抵抗が必要とされます。

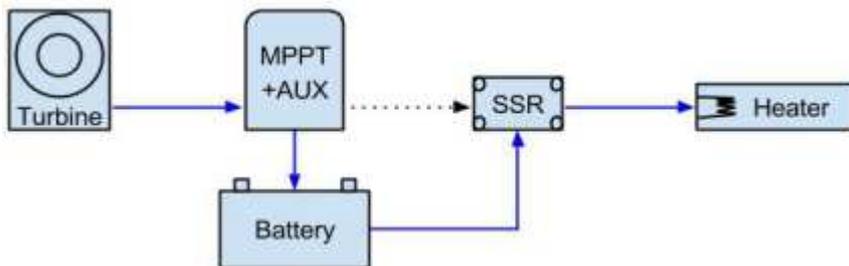


昔ながらのPWMのVoc値は105VDC程度で、発電機のVocが100V以下ならダミー抵抗（Heater）は上記と同じで必要とされないが、PWMは蓄電池電圧に制御される為タービン効率が低下する。

2. 次の組み合わせは、MPPTの良い所、PWMの良い所を組み合わせた例です。蓄電池の満充電検知はPWMの役目で、MPPTの充電圧制御点より低くします。そうすると、満充電になり、余剰分はダミー抵抗に流れ蓄電池は保護され、一方MPPT側は発電機を最大限回転させ電力を獲得し、バルク充電状態で、充電の役目を担います。

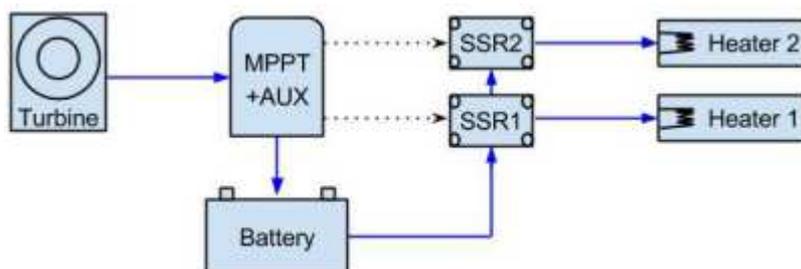


3. MPPTのメーカーによっては電圧検知機能を有し、補助出力端子(AUX OUTPUT)が利用できるタイプもあります。一定電圧検知後その信号を外部のSSR(ソリッドステートリレー)に送り、リレーが外部ダミー抵抗に繋がり、満充電を超えないで、且つタービンを過回転させない方法です。



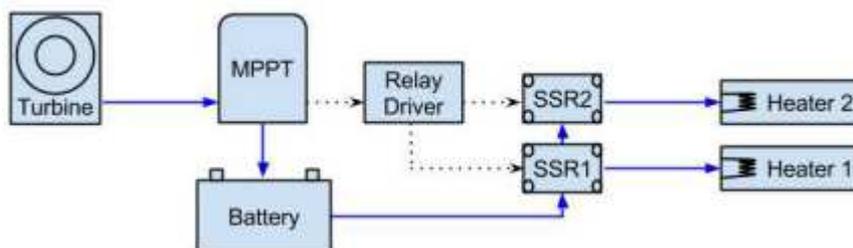
出力端子1個のメーカーには **OUTBACK Flexmax**, **VITRON Bluesolar**があります。OUTBACKのスイッチング速度は早いです、VITRONは機械的コンタクトで遅い動作となります。

4. 上記に示された“Heater”の表現は安全保護用ダミー抵抗を意味しています。同時にヒーターのイメージは温水タンク内に入れ、温水ヒーターにし、自然エネルギーを活用したい為です。しかし実現するのは容易ではありません。システムの安全性から、抵抗を2種使います。一つは空気ヒーター（最終的安全確保用）、もう一つは温水ヒーターで、その為リレーは2個必要です。



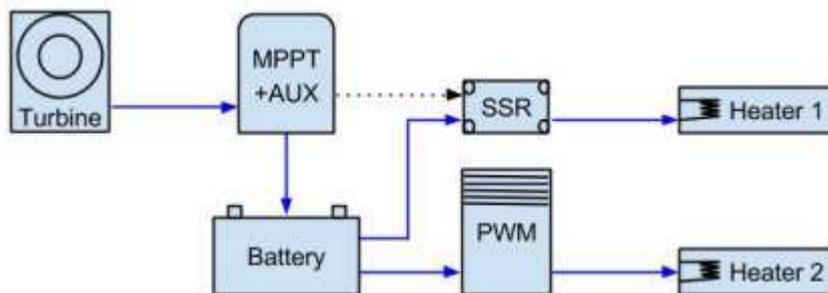
MIDNITE Classicには2個のAUX端子が備わっています。またこのMPPT制御器は最大48Vの蓄電池にKlampit無で対応しています。通常のMPPT制御器でAUX端子を2個装備しているのは少ないのです。大抵は1個、装備していないものもあります。

5. この追加リレーを必要とする場合、**Morningstar**社の Relay Driver方式を利用する方法もあります。単独ユニットで本体から分離されていますがモーニングスター社のMPPTと通信でき、多様なプログラムでこのリレーの On/Offを制御します。

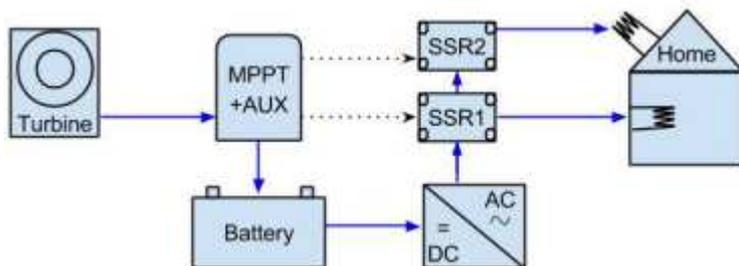


実用上プログラムを完成させるには手間暇がかかり、そのスイッチング速度は遅く、実用上機械的リレーを動かすのに似ています、またリレー信号電圧は内部電池電圧で行われます。SSRへの入力信号は30Vを超えないのです。48V蓄電池システムの場合、SSRより機械的リレーが適切です。

6. 勿論、この組み合わせも魅力あります。 ; SSRとPWM制御によるダミー抵抗制御です。この方式は分かりやすく、保護用抵抗操作、エネルギー利用抵抗の利用が明確になります。



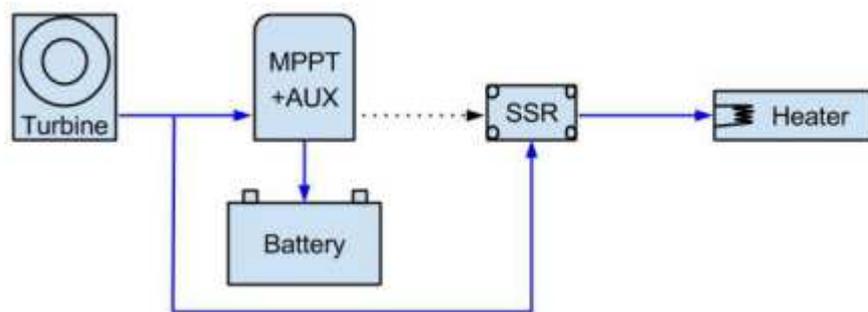
7. ダミー抵抗の種類によっては100VのAC電源を利用したい場合もあるでしょう。（DC/ACインバーターでDCからACの家庭電源を利用） ; 以下の例をご覧ください。



ACの家庭用電源利用のメリットはSSRの配線はACで済むので便利。

温水ヒーターのサーモスタットも家庭用の物がいつでも使える。この様に家庭用電気器具の利用が可能。

8. 発電機のVoc値が非常に高い場合、負荷遮断等事故発生時、MPPT制御器に高電圧がかからないよう、発電機を安定にするダミー抵抗との直結をお勧めします。エコイノベーション社の開発した、発電機過回転防止部品Klampitの作動する前に高電圧に陥った発電機出力をMPPTに与えず、ダミー抵抗に流し、システムの安定を守ります。MPPT制御器ではこの切り替え回路を付けている物があり、Outback FlexmaxではPV Trigger modeと呼び、ClassicではPV V on Hiモードとなっています。TracerではLoad Adapterを取付けて行えます。



水力以外の発電システムとの併用とダミー抵抗について

例えば太陽光発電や風力発電に使用されている蓄電池に、水力発電の電力を繋ぐことは可能です。蓄電池充電能力を上げる為に多くのユーザーで実行されています。

大切な事は、蓄電池が過充電状態にならないよう、水力や風力発電の最大発電量に対して有効な転換負荷(ダミーロード)を制御できるシステムが必要です。もし、太陽光専用制御器があり、その横にその他のエネルギー制御器が見えている場合、制御状態が統一されていない事に気づかれます。システムごとに最大に有効な充電電圧の考え方が異なっているのが原因です。しかし蓄電池自体の充電状態が効果的に行われているのであれば、表示ランプの差異は問題ではありません。個々のメーカー別の表示内容は異なっていますが、全体として、蓄電池が健康的に制御されることが必要です。

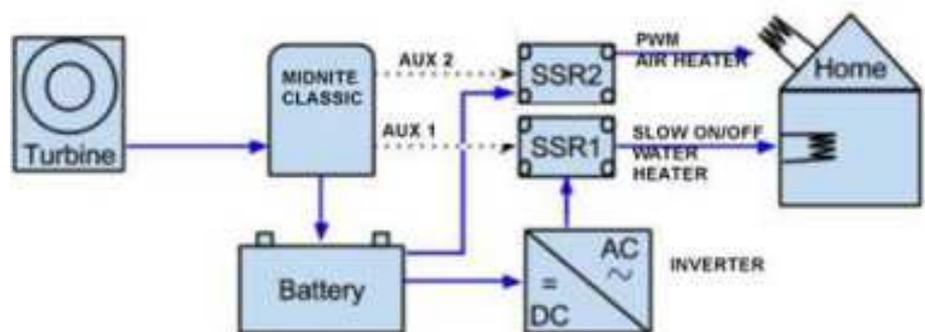
自然エネルギーで全ての電力を賄っておられる方の場合、緊急充電用にエンジン駆動発電機を回して、インバーター・チャージャーを経由して、蓄電池を充電する場合があります（時には風が無いとか、水が無いとか、曇りが多かった）。ある時、そんな場合でも、蓄電池からダミー抵抗に電気が分岐されている事が発見され、エンジン燃料の無駄を見つけられる事があります。この様な場合充電電圧を引き下げ余分なエネルギーを使わないようにします。又は、発電機出力回路にリレーを設け蓄電池電圧検知回路を修正し、発電機操作中電圧を低めにする方法もあります。いずれの方法でも、蓄電池自体の正確な電圧を確認し、その健康状態を先に見出し、制御器類の表示に惑わされない事が大切です。

エコイノベーション社お薦めシステム

価格は別として、弊社のマイクロ水力システムで、全て満足させる制御器はMidnite Classic 250であり、そこには2個の補助出力端子(AUX Output)があります。もしこのタイプを採用される場合、別書類“PS MPPT Midnite Classic Guide”を参照下さい。

システム保護用ダミー抵抗には、もし発電機が無負荷に陥った場合、全ての発電量を受け持つ空気抵抗がお勧めで、結線はAUX2からSSR2を起動させ AUX2のモードを“PV V on High”で使います。Classic の充電状態は3段階にプログラムされ蓄電池充電を行い、空気抵抗は過回転を防止します。空気抵抗として制御される方式はPWMであり、騒音が出ます。熱源として利用したいのですが本来の目的はタービン保護になります。

転換負荷として、余剰分を熱源に使う方法は AUX1のモードを“Waste Not H”にします。このモードは負荷をOn-OFFで起動、停止させます。この場合PWMの様な騒音問題は起こりません。



負荷の容量はシステムの安定した動作の為に、発電機電力と同等か、又は少な目にしておきます。ご家庭の一般的温水用ヒーターでのサーモスタット利用は AUX1に100V ACを与え、AC100Vのヒーターが使えます。

市販されているMPPT制御器の種類

ここ数年市販されている各社のMPPT制御器が エコイノベーション社発電機に使えるかどうか調査してきました。今迄の結果のまとめを以下に発表いたしますが、生まれてくる物も、消えて行く物も、その変動は大きく、今迄の調査が盤石とは言えませんし、弊社が保証する訳でもありません。又その種類は非常に多岐に渡り、全ての物を紹介している訳でもありませんので、誤解無いよう、先に申し上げておきます。この情報は参考までです。

個別の制御器に関するご質問には弊社是对応出来ません。各メーカーにご相談下さい。2015年当時のデータで、発表されているモデルは、その基本性能から、使える物として（発電機側から見て）発表していますが、個々のユーザーの詳細なご要求目的迄をカバーしているものではありません。

Manufacturer	Midnite	Midnite	Midnite	Outback	Outback
Model	Classic 150	Classic 250	Kid	FM60	Fm80
Maximum voltage	150+battery	250+battery	150+battery	150 V	150 V
Maximum operating voltage	150 V	250 V	150 V	145 V	145 V
Maximum 48 V battery current	83 A	55 A	30 A	60 A	80 A
MPPT mode for PowerSpout	Hydro twiddle dither	Hydro twiddle dither	Solar2 O&P	Default OK	Default OK
with Klampit?	Aux = PV V on HI	Not needed	Special startup	Aux = PV trigger	Aux = PV trigger
PWM aux	1	1	1	1	1
On/off aux	2	2	1	1	1
float aux	2	2	1	1	1
user interface	MNGP	MNGP	yes	yes	yes
computer interface	Ethernet Local software	Ethernet Local software	no	no	no

Manufacturer	Morningstar	Morningstar	Morningstar	Morningstar	Victron
Model	TriStar-MPPT-30	TriStar-MPPT-45	TriStar-MPPT-60	TS-MPPT-60-600V-48	BlueSolar
Maximum voltage	150 V	150 V	150 V	600 V	150 V
Maximum operating voltage	130 V	122 V	115 V	460 V	145 V
Maximum 48 V battery current	30 A	45 A	60 A	60 A	as per model
MPPT mode for PowerSpout	solar	solar	solar	solar	solar
with Klampit?	fixed array voltage target			not needed	Option 1
PWM aux	0	0	0	0	0
On/off aux	0	0	0	0	on 70 A
float aux	0	0	0	0	on 70 A
user interface	basic	basic	basic	basic	on 70 A
computer interface	RS 232 MSView	RS 232 MSView	Ethernet MSView	Ethernet MSView	not really

Manufacturer	EP Solar	EP Solar			
Model	Tracer 1210A etc	Tracer 1215BN etc			
Maximum voltage	100 V	150 V			
Maximum operating voltage	90 V	145 V			
Maximum battery current 12 or 24 V	1210A 10A 2210A 20A 3210A 30A 4210A 40A	1215BN 10A 2215BN 20A 3215BN 30A 4215BN 40A			
MPPT mode for PowerSpout	Solar mode	Solar mode			
with Klampit?	SSR control of input-side load , via "light on/off" mode on Load output.				
PWM aux	no	no			
On/off aux	Load output	Load output			
float aux	no	no			
user interface	MT 50 display	MT 50 display			
computer interface	laptop cable	laptop cable			

サーモスタット回路例

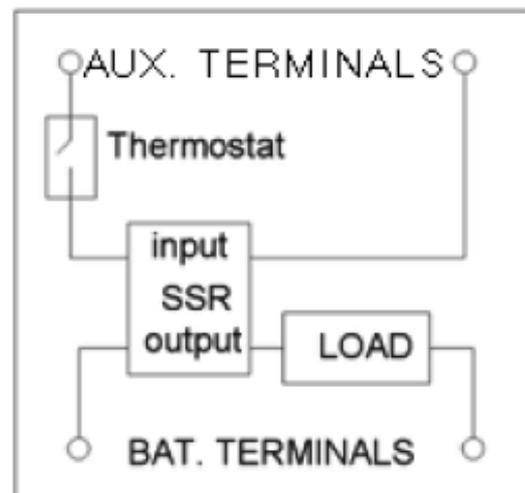
先ず、この意味ですが、“サーモスタットとは、一定温度を保つための自動温度調節装置を意味し、温度変化を検知するセンサーにより、熱源となるヒーターをOn/Offして一定温度を維持する”

ダミー抵抗を水加熱ヒーターとして使う場合、安全の為、便利の為に、そのヒーティングシステム中にサーモスタット（温度センサー）を組み込んでおきます。通常サーモスタットはACで使われるタイプが通常ですのでDC回路に入れられません。

このサーモスタットにより、ポンプを動かすとか、バルブを動かし、温水タンクの加熱を押さえる方法や、その他の電気回路（蓄電池やAC）からの操作も組み入れる方向もお考えください

又は、サーモスタットをAUX端子からの信号のSSRに向かう回路を遮断させ、主回路を止める信号の代わりに使います。

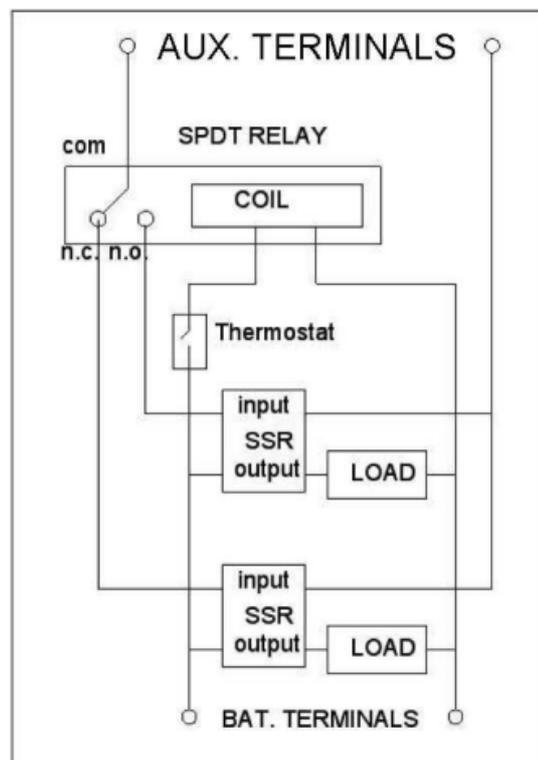
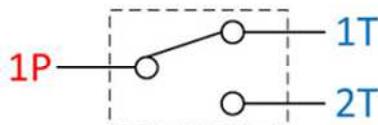
この応用の場合2組の電線が必要で、その組み合わせでヒーターの On/Offを行います。一つ目はサーモスタット作動用、もう一つは蓄電池からヒーターへの配線です。



もし、発電機に安全ダミーロードを常に接続したい場合（PLTの100Cモデルは Klampitを繋ぐモデルです）、サーモスタットは切替スイッチ（下の例 SPDT）の機械的方式でAUX信号を異なったSSRリレーに送り込み負荷を常に使えるようにします。

水ヒーターのSSRはNO(Normal Open)端子に繋がれ、ヒーター作動はサーモスタットが閉になればヒーターとしての作動を始めます。

SPDT



End, 2015