



パワースパウト 高電圧への理解



パワースパウトマイクロ水力設置マニュアルに沿って、本書類をお読みください。

著作権表示

PowerSpout 解説書

登録会社名

EcoInnovation社(ニュージーランド)

改定記録

1.0 作者 Mr. H.P. Nov. 2016

商標表示

PowerSpout

日本代理店

株式会社イズミ

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。

©2016 EcoInnovation Ltd. (NZ)

パワースパウトタービンに伴う高電圧と上手に付き合う方法の解説です

パワースパウトと高圧用MPPT制御器を組み合わせ設置される場合に役立つ技術情報をお知らせする為に書かれた情報です。一部、売電用インバーターへの解説も含まれています（日本では許されていませんが）。設置マニュアルや製品マニュアルに示される全ての安全警告を順守され、更に本説明書に従って設置して下さい。



水力発電機を回しながら、得られる電気の通電中に設置作業は出来ません。タービンは完全に停止し、止水弁は閉じ、水の供給は不可能にし、更に配電盤内部のブレーカーは全て切にし、そこから作業が開始可能です。



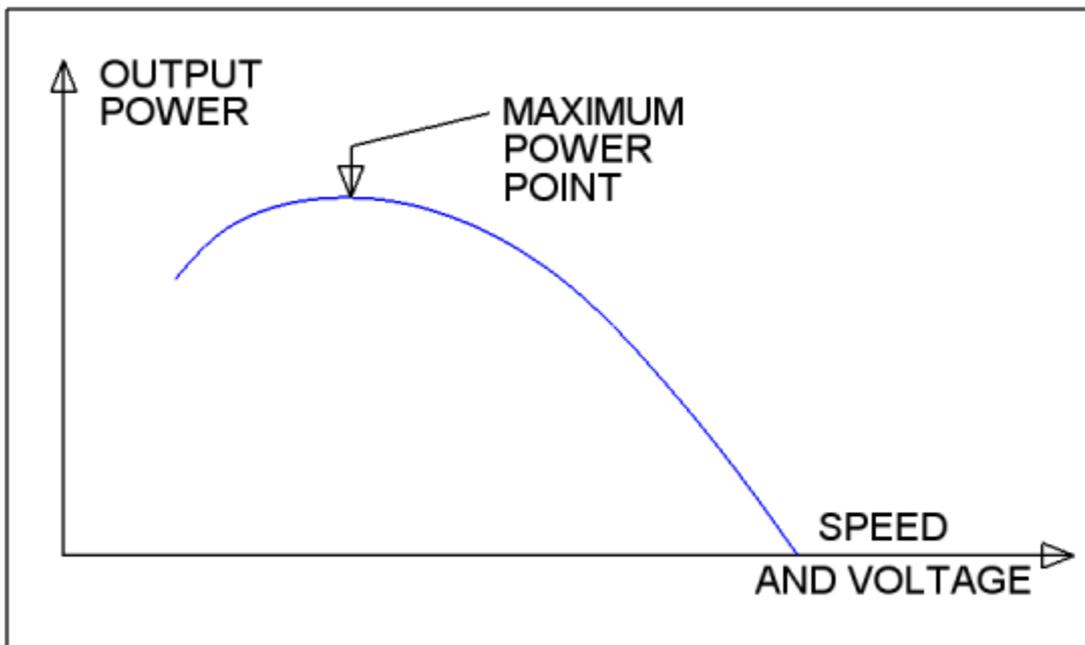
メーカー側では、設置ミスによる機器同士の故障に関して、一切の責務は取らない事を宣言しています。**重要事項**；貴方の発電機のVoc値を確認し、その値が全ての機器の耐電圧以下であることを確認して下さい。もし、これらの意味が不明な場合、直ちに作業は停止し、専門技術者に作業を依頼して下さい。

目次

発電機電圧の認識	2
Vo 対 Voc	2
タービンのモデル番号と電圧の意味	3
Klampit を併用するモデル	3
併用する電気機器の電圧の認識	4
充電制御器	4
売電用インバーター(GTI)	4
発電機、MPPT 制御器、蓄電池の条件を合せる	5
ミッドナイト社クラシック 250 型	5
150V 制御器を使う理由	6
600V 制御器を使う理由	6
蓄電池から交流供給に同期させる可能性	6
対象機器に対し操作電圧を引き上げる	7
電圧制御器、ダミー抵抗、リミター、クリッパー、クローバー	7
タービン側で操作するメリット	8
市販製品ガイド	9
PWM を使用する機器類	9
On/Off 動作で作動する機器類	10

発電機電圧の認識

発電機の実出力電圧は回転体(巻線コイル側)の仕様と、その回転速度でどの程度発電するか予想し設計されています。高速回転になればなるほど、電圧は上昇します。車に例えて説明すれば、水力発電の水の供給はアクセルを踏むのと同じ事で、出力の電力はブレーキを踏むのと同じです。もし、水が与えられているのに負荷が無ければクラッチを切るのと同じで、回転上昇のみで、車は走りません。設計された水の正しい供給量と正しい負荷の組み合わせで、その発電機の最大発電量が決まります、



Vo 対 Voc

発電機メーカー側では、ある落差範囲での水量と(水圧と水量)、目的とする電圧を達成する為にその製品を設計します。発電機を最大効率で使うには、メーカーはユーザーから次の情報を必要とします：①落差②水量③使用する導水管の直径④導水管の総延長距離⑤必要な電圧(Vo)。

上記で示された環境に適し、設計された、最適出力電圧がMPPV (Maximum Power Point Voltage) であり、効率が一番高い点となります。勿論多少の条件変化にも発電機は対応しますが収穫できるワット数(電力)は少なくなります。ここにメーカーとユーザーの情報交換が必要で、時々ユーザー情報があまりにも少なく、正しい発電機の供給がなされなく、水力は意味が無いとおっしゃる原因がここに有ります。

しかし、もし負荷が切断された場合(マニュアル車のクラッチが切られたのと同じ状態)、発電機の電圧は全く異なった挙動を示します。タービンからの回転エネルギーは、負荷方向へのエネルギー運動が不要になるので、回転方向にエネルギーが全て与えられ、最終的に最大回転値迄移行し供給と同じバランスまでに回転が増えます。この時点ではVo値がなくなっていますが、最大回転時のVocのみが存在しアンペアは存在しません。

(Voc=open circuit voltage=解放電圧)。

タービンのモデル番号と電圧の意味

ペルトン・ターゴ機について： この2機種ではVoc値はVo値の3倍程度となります。この2機種ではモデルの呼び名をVo値で決められています。例えばPLT40と称されるモデルは、発電での最適電圧は40VDCで設計されています。しかし負荷が無い場合3倍の電圧に上昇しますので、120VDCと予想が出来ます。

LH機について： この機種でのVoc値はVoの約2倍となっています。しかし、上記とは全く異なり、名前にはVoc値その物が付けられています。LH200の場合、負荷の繋がる発電状態では100VDCですが、負荷が切れますと200V迄Vocとなります。両者の差を下記に示します。

2016年発売モデル	MPPV(発電機の最適電圧)(Vo)	開放電圧(Voc)
PLT40, TRG40	40V	120V
PLT80, TRG80	80V	240V
PLT250, TRG250	200V	600V
"PLTX, TRGX"	"Xvolts"	"Xボルトの3倍"
LH150	75V	150V
LH400	200V	400V
"LHX"	"Xボルトの半分"	"Xvolts"

我々のタービンは600V以下で問題なく作動するように設計されています。しかし600V以上での使用は避けなければなりませんし、恐れのある場合は電圧リミット器具の併用が必要です。(詳しくは、後半で説明します)

Klampit™を併用するモデル

この"クランプイット" (商標) の言葉はエコイノベーション社製製品で頻繁に表現されています。この製品併用タイプのモデルには "C" の言葉がモデル名の最後に記されています。Klampitの意味は英語解説ではCrowbarとも言われ、"かなてこ、バール"を意味しています。日本人にとって理解しにくい言葉を使っていますが、"安全装置"の意味としてご理解ください。この装置の使用する意味は、タービン（発電機）が一定電圧以上に到達させない為の物です。一定電圧にタービンが到達した時点でこのKlampitが作動し、発電機回路を短絡させます。短絡しても破壊の意味ではありません。発電機内部で出力電流が制限され、過回転でも出力電圧はゼロになります。

車の運転に例えるなら、Klampitはエアバッグです（車の物とは異なり、何回も使えるのです）。この安全装置は、何らかの理由でシステムが異常に陥った場合、ブレーキの次に働く2次的安全装置です。Klampitが作動した場合、先ず水を遮断し、タービンを停止させねばなりません。不都合部分を回復させ、正常になった時点で、発電を再開させます。

しかし正しく使わない場合、頻繁に停止する事が発生しますので、ご存じでない方のご利用は避ける様おすすめしています。使用される方はダミーロード等のシステム設計が正確に行える方に限ります。

詳しくは、機器据え付けマニュアルにも述べられています。

併用する電気機器の電圧の認識

蓄電池充電制御器であれ売電用のインバーターであれ、その使用に際しては、接続電源の仕様が明示されています。発電機の電圧電流条件と併用する電気機器類の接続電気条件が合致しているかどうか、購入前に確認を行って下さい。例えば発電機が回転し始めた時点では、付属の電気器具類は未だ電流を得ようとはしないでしょ。この時点でタービンは過回転が始まります。この時点でのVoc値は、併用する電気機器類に悪影響を与えないかの確認が先になります。これらの確認事項は設計段階で確認しておき、実際タービン作動時にも確認が求められます。

充電制御器

タービンの操作電圧（充電制御器に与えられる電圧）は対象蓄電池の最大電圧以上でなければなりません。例えば我々は公称48Vと言いますが、充電に必要な実際の電圧は56V(時には60V)必要とされています。従って発電機のVo値は蓄電池に必要な最大電圧より上でなければなりません。例えば念の為48V蓄電池用には80V 若しくはそれ以上を準備されることをお勧めします。

MPPT充電制御器に求められる次の重要点は“入力最大DC電圧値”です。この電圧値は通常モデル名で解るようになっていきます。例えばミッドナイトソーラー“Classic250”とは250VDC迄作動可能です。Outback社 Flexmax controller類は150Vの制限があり、145VDC以上では使用出来ません。これら充電制御器は規定電圧以上を与えますと、故障します。ミッドナイトソーラー社製品はある程度の余剰分は有りますが動作は規定電圧以内でないと精度が保障されていません。

タービンと制御器の関係は、タービン電圧は、充電電圧と制御器が引き受けられる最大電圧範囲内であればなりません。MPPT制御はその電圧範囲内でのみ作動します。例えばMidnitesolar社製Classic250制御器はPLT/TRG80型と組み合わせが最適です。制御器は80VエリアでのMPPT動作を行い、もし何らかの理由で制御器が発電機の電気を吸収しなくなると240V程度に発電機は上昇しますが、制御器は故障しません。

12Vや24V蓄電池を使用する場合、PLT/TRG40を使い、150V耐圧制御器と組み合わせます。現状市場では150V耐圧の制御器は多く販売されていますが、①各社各様のMPPTの挙動から、②我々の発電機との相性から、全てのメーカー製品を薦めている訳ではありません。弊社が試験できる範囲で、薦めているタイプはこの説明の後半で示します。

売電用インバーター(GTI)

グリッド タイ インバーターの頭文字を取り、GTIとなります。この制御器も入力電圧をトラッキングし効率を高める機能を有しています。特徴はVocを超えることなくトラッキングする役目は同じですが、発電量の低い最低限まで、タービンからの電気を吸収し送電に送る機能も兼ね備えています。

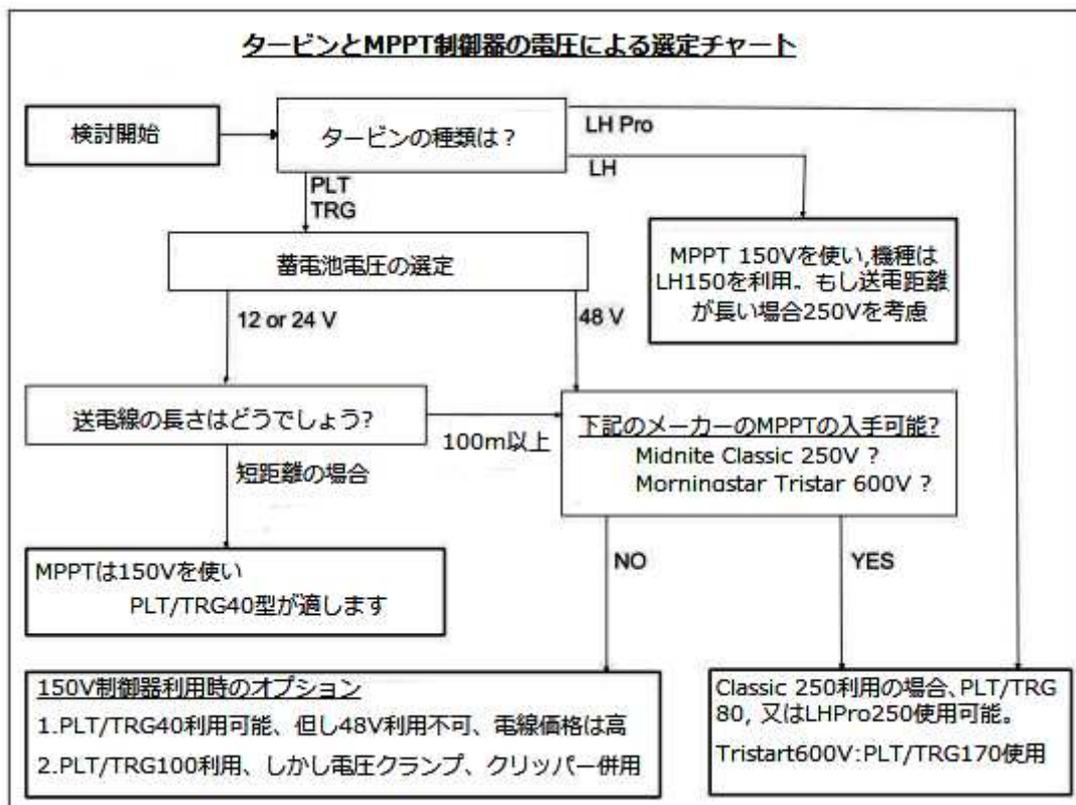
例としてエナソーラー社のインバーターの仕様をご覧ください。(Vmpp値が参考になります)

DC Input:	1.5kW	2.0kW	3.0kW
Number of Inputs:	1x MPPT input		
Maximum Open Circuit Voltage (Voc):	500V	600V	600V
DC Full Power Operating Range:	150-450V	185-500V	215-500V
Operating Voltage Range (Vmpp):	120-450V	120-450V	120-500V
DC Optimal Operating Voltage:	300V DC	350V DC	375V DC
Maximum Input Current (Impp):	11.0A	12.0A	15.0A

通常の運転で発電量が最低120Vあれば、インバーターはこの電力を送電線に送り出すことができます。発電機が500-600V以上に上がらなければインバーターは故障しません、(またFull Powerの電圧で、最高効率で送電線に送り込めます)。エナソーラー2kWの仕様とPLT/TRG200は良い組み合わせです。その他 Ginlong Solis Mini GTIも良い組み合わせです。

発電機、MPPT制御器、蓄電池の条件を合わせる

以下の表はタービン電圧と充電制御器の関係を表した物です。ここから最適な組み合わせを実現出来ます。



具体的にClassicやKidの接続解説書をお読みください。

ミッドナイト社クラシック250型(充電制御器)

タービンメーカー (Ecoinnovation社) からの観点では PLT/TRG80(or LH250)とMC250の充電制御器組み合わせが理想ですが、例外もあります。

150V制御器を使う理由

以下の様々な理由で耐圧150Vの充電制御器をお使いになりたいとおっしゃるでしょう。

- ・150Vの方が、価格が有利だ。
- ・効率は150Vの方が良いのだ。(250V型の効率は少し低いが電線距離での比較も大切です)
- ・ブランド力 (著名な、Outback, Schneider, Victron等は150V充電制御を、彼らのDC/ACインバーターとセットにし、モニターも用意し、システムで販売中)
- ・電圧操作法律で 120VDC以下なら、誰でも工事できるという法律がある国ではその制限から 低い電圧製品を使わなければ の理由。この法律は国で異なります。

12/24V蓄電池システムで、電線距離が短い場合、 TRG40/PLT40/LH150が、150V耐圧の充電制御器との組み合わせで、実行可能となります。

600V制御器を使う理由

反対に耐電圧600V製品を使いたい場合も存在します。

- ・送電距離が相当あり、高電圧で送電するコストメリットが有利、600Vの場合発電機の通常電圧は200V又はそれ以上となり、耐電圧の充電制御器が必要です。送電電圧が高ければそれだけ送電線の太さが少なくなり、送電ロスが低下し、価格もメリットがでます。
- ・ブランド力 (システム一式が魅力ある場合)

例えば

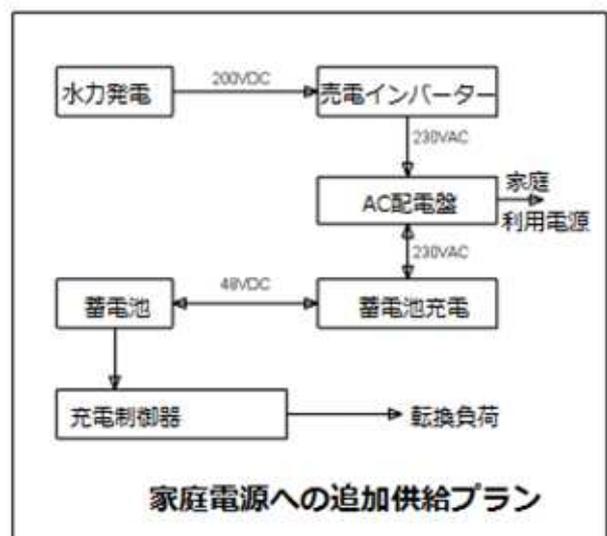
- ・Morningstar Trisar MPPT600(試験済)
- ・Studer VarioString(試験済)
- ・Schneider Conext MPPT600(未試験)

蓄電池から交流供給に同期させる可能性

これは独立電源で既に太陽や風力での交流電源をお持ちの方が、水力電力を補助として、追加される可能性を示しています。

今迄お使いの家庭交流電源に水力電源を追加しより家電製品が使える工夫ですが、この目的に沿った売電インバーターの選定が必要です。

市場でこの回路が可能な物は SMA Sunny Island, VictronMultiplus, Outback, Schneider 等が見受けられます。今迄実現された方は大型PVを独立電源としてご利用されたと聞いております。この情報はあくまで参考用であり、弊社の水力応用の可能性のみを示唆した記事としてお読みください。



前頁の図表中、蓄電池充電と示される箇所には AC/DCインバーターが使われますが、この箇所でのAC周波数は高めに発信され、売電インバーターへの影響として電力を抑える指示となっています。この組み合わせはPVにはいいのですが、水力発電機の場合、過回転の原因にもなり得る場合があります。

又、全頁の図表での蓄電池保護用転換負荷回路に注意が必要です。この例では、蓄電池電圧が一定以上になった時点で、保護の為、余剰分をダミー抵抗に、DCのまま送り出すシステムを表示しています。他の例としては、AC配電盤内で、蓄電池充電回路から信号を貰い、ACでのダミー抵抗を使う方法、又は売電インバーターからの信号で、タービンにダミー抵抗を取付ける方法等が考えられます。（下の解説参照）

対象機器に対し操作電圧を引き上げる

通常のPower Spout販売製品の組み合わせは、現在の所、独立電源用にはPLT/TRG80(LH250)とMC250の組み合わせを、売電にはPLT/TGR200(LH400)と耐圧600Vのインバーターの組み合わせをお薦めしています。

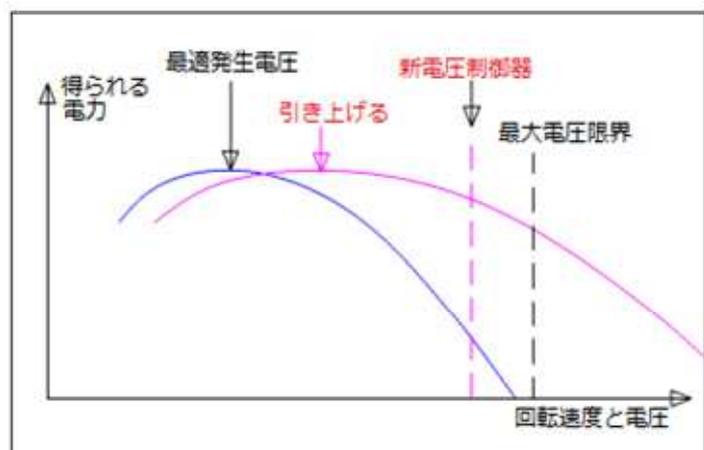
しかし、独立電源の場合には、タービンが過回転を引き起こし、騒音が発生し、機械にも悪影響を与える場合があります（例えそれが、緻密に計算されたダミー抵抗を働かせても）；一方売電の場合、この事故発生はまれであり、発生しても問題は有りません。従って、同じ環境下でも、発生電圧を倍に上げ、同じ制御器を使い、追加部品を僅かに与えるのみで、タービン電圧の制御が可能な方法があります。

電圧制御器、ダミー抵抗、リミター、クリッパー、クロウバー

もし発生電圧 V_o を引き上げた場合、それに伴う V_{oc} 値は、併用する制御器の安全電圧以上に上昇します。この問題対策として、関係制御器の最高電圧に到達する前に、電圧制御器が作動して、ダミー抵抗が作動し全体の安全を確保する方法があります。

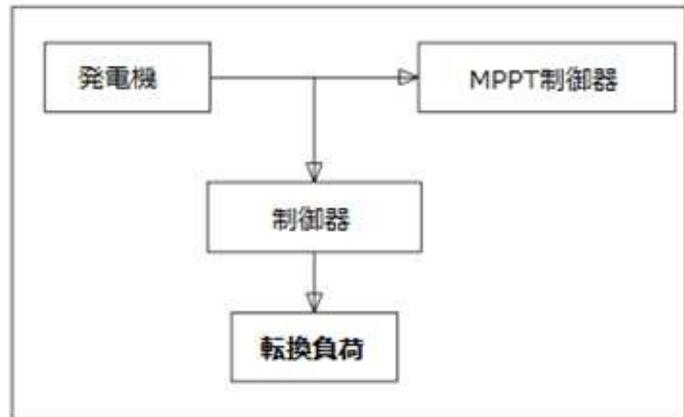
今迄の解説や他の説明書の解説で“Klampit”と称する電圧制御器を使う話をしています。同時に言葉として、クロウバーとも言いまわしておりますが、どちらも、一定電圧に発電機が到達した場合、それ以上上昇しないよう専用ダミー抵抗が作動し、リミターの役目を果たします。クリッパーの言葉も、ダミー抵抗の意味です。この部品を取付けますと通常の使用下でタービン電圧を引き上げ、一方制御器に対しては安全電圧を保証する物です。

例えばPLT/TRG100C(C=クリッパーモデル)は100Vで発電し、120Vでは安全回路(Klampit)が作動し、安全を維持しています。



Klumpitを利用するシステムでの唯一の欠点は、何かの理由で作動した場合、一旦全システムを停止し、手動でリセットしなければなりません。この安全装置は非常に大切なシステムですが、発電を完全に停止させることなく一定電圧以上に引き上げる事の無い、有効な電圧維持装置との併用が必要です。

この目的の為の装置は市場で販売されており、どう完全なシステム構成にするかの知識が必要です。商品名は多様ですが、基本的動作は全て同一です。負荷になるものが付属しています。抵抗、ヒーター、ダミー抵抗、バラストロード等と呼ばれています。この転換負荷の動作で、発電機の電圧が非常な高電圧に至るのを防止しますが、電圧が正常復帰した時点で、切り離なされなければなりません。



タービン側で操作するメリット

上記のイメージは発電機と転換負荷が直接つながり、タービン側での制御を示唆しています。従って、信頼性の高い部品を使わなければ意味が無く高価な物を使用します。安くはありません。しかし、この方法が高くても必要だと理解できる状況は以下の通り説明できます。

1. この直結型の最大のメリットは送電線効率の高さで、高電圧定電流で電線が細く使えます。もし電圧を倍にするとすれば、電線送電ロスが半分になり、電線の重さは1/4の物が使え、送電線費用は大幅に低下します。もし、発電場所が遠距離の場合、この電線代節約はメリットがあります。発電場所から、制御室まで数百メートルの距離の場合、400-500V送電は送電ロスが低くなります。しかし、その場所での法的制限を調べ、許可があるかどうかの調査を行って下さい。
2. 高圧で得られる場合のメリットは48V蓄電池の利用を 150V制御器で行なえる点です。PLT/TRG100Cは120Vの安全装置付ですので48V蓄電池充電に適し、150V Vocの制御器が使え、その上送電線は 40V送電よりもはるかに細い電線を使うことで費用が節約できます。
3. 万が一、タービン(発電機)に繋がる負荷が切断された場合、タービンの回転は過回転領域に達します。この事故からシステムを守り為に制御器と転換負荷が接続されています。とするとMPPT制御器の充電プログラムの機能を利用して、蓄電池の先に延びる負荷の信頼性に依存しなくても、MPPT制御器が満充電近くで充電連流を絞りだした時点で、タービンの回転も少し上昇する訳ですから、この信号を制御器が捉えれば、タービンからの発生電流を転換負荷に流すことが可能です。

市販製品ガイド

操作電圧に応じて選べる市販のダミー抵抗(転換負荷)の情報を下に示します。もし、タービン発注時、併用したい物があればお教えてください。助言ができるかもしれません。

発電電圧とタービン型式	蓄電池充電(又は売電)用MPPT制御器	制御器・市販転換負荷
80-100V(PLT/TRG80) LH200	150V充電制御器	*PowerSpout社発売予定あり *Solar Converters社 LRD96-15+コンデンサー+負荷 *2V Microsystems Ltd Ali Limiter,LV Model *Midnitesolar Clipper
200V(PLT/TRG200) LH400	Midnite Classic 250 GT inverters	*PowerSpout社発売予定あり *2V Microsystems Ltd Limiter,HV Model *Midnitesolar Clipper
300-350V タイプ	400-500 GT inverters	*2V Microsystems Ltd Limiter,HV Model *Ginlong Windturbine controller GCB20k
400-500V タイプ	600V GT inverters 600V MPPT(Moningstar Studer, Schnider)	*2V Microsystems Ltd Limiter,HV Model *Ginlong Windturbine controller GCB20k *ABB Aurora Powerone 20K windinterface box

大抵の製品はPWM制御のスイッチング方式で保護回路を作動させ、その為抵抗(負荷類)はON/OFF動作が速く、電圧の安定の為、キャパシターが使われています。自作の場合、ダミー抵抗としての抵抗と多分キャパシターが必要でしょう。そこに追加してKlampitを追加し安全を確保します、どの場合でも、システムにより(電圧、電流、発電量)各種組み合わせが考えられます。

PWMを使用する機器類

Solar Converters LDR 96-15

組み立て用キット製品で、アルミ板の上に基板が乗せられています。工作として、放熱板、コンデンサー、ダミー抵抗(例えば8Ω 2000W用)、収納ケースの製作などを行う必要があります。また、このダミー抵抗作動電圧前に作動する安全回路等を入れる可能性もあります。このキットは150V Voc用 低価格キットです。



2V microsystems

英国製品。Klampitのメーカーでもあります。

化粧ケースに、コンデンサー、負荷、安全電圧作動部品等監視絵品です。色々な補助器具のメーカーです。



Midnite Solar



米国製品：商標はクリッパー（Clipper）です。MPPT制御器メーカーで、彼らのMPPTに追加してシステム化を計る事が目的です。風力発電、水力発電用ダミー抵抗として販売されています。ダミー抵抗、冷却ファン、化粧箱の完成品です。“MPPT CLASSIC”に併用目的で作られています。



発電量により、ダミー抵抗値は異なりますので、ダミー抵抗は打ち合わせが必要となります。

On/Off動作で作動する機器類

Ginlong社やAurora(ABB社)では一定電圧範囲内で On/Offする制御方式を採用しています。最高電圧に到達時ダミー抵抗に発電量が流れ、蓄電池の所定最低電圧に到達時、ダミー抵抗が切れ充電が始まります。本来は風力用に作られ、電圧幅が大きいので電圧変動の大きさには注意が必要です。

<p>Ginlong GCB-20K,風力用 Von=500, Voff=400</p>	<p>ABB Aurora 風力用 Von=530, Voff=430</p>

パワースパウトの直流出力を風力用2個のACターミナルに繋ぐには以下を参照下さい。

