

MPPT 制御(風力)に於けるダミー抵抗の考え方

No.1 お話しの始まり (ダミー抵抗に関し)

MPPT 制御器を使用した、風力発電での、蓄電池充電は、その回路内で、蓄電池電圧をモニターし、MPPT 制御内で、蓄電池満充電量以上に余剰に流入する、発電機側からの電力を、外部ダミー抵抗に振り向ける事により、過去の、蓄電池専用充電制御器の取り付けを不要に出来るメリットがあります。またそれは、発電機回転を過回転から保護する、安全装置でもあります。MPPT でなく、通常の PWM 充電の場合、PWM 制御器に過充電防止機器+外部ダミーが必要です。一方 MPPT の場合、PWM に必要とされた過充電防止機器は不要で、一方充電効率は、MPPT では非常に有利で、近年、風力発電での MPPT 応用が盛んになってきました。

過去には、この新しいシステムの場合、例として、**水力**のその発生電力は 24 時間変化しないので、風力も同様に、ダミー抵抗の計算には以下のオームの法則を当てはめてきました。(過去の話)

オームの法則

$$E = IR \quad I = \frac{E}{R} \quad R = \frac{E}{I} \quad E = \text{電圧(V)} \cdot I = \text{電流(A)} \cdot R = \text{抵抗}(\Omega)$$

この関係から、電圧と電力が解っていれば、それに対応する、抵抗値が計算可能です。

$$\text{抵抗} = \text{電圧} \times \text{電圧} / \text{電力}$$

No.2 あるお客様の条件での例

私達の MPPT は、AC (R. S. T.) の 3 相入力用で、その先で全波整流し DC にしています。その為 3 相の電圧は DC 変換時 1.35 倍に電圧が上昇します。MPPT 本体の最大使用可能電圧値は 200VDC 迄ですので、発電機の AC での最大発生電圧に注意が必要です。このお客様の場合、3 相最大 120VAC 1kW ですので、 $120 \times 1.35 = 162\text{VDC}$ になりますので、問題はありません。

お客様によれば、120V まで上昇する風力にはめったにならないので、110VAC でも 構わないので、とのお言葉で、 $110 \times 1.35 = 148.5 \approx 150\text{VDC}$ と先ず固定します。

同時に最大 1kW と電力を固定し、必要ダミー抵抗の値を；

$$150 \times 150 / 1000 = 22.5 \Omega \quad \approx 22 \text{ or } 23 \text{ とします。}$$

水力発電のダミー値計算では、これで終了ですが、風力の場合、多くの要因を考慮しなければなりません。

No.3 メーカーの経験から

打ち合わせの回答は常に “Wind の場合、ダミー抵抗値は低いほうが、風力発電機にやさしい” との主張がなされます。

“ダミー抵抗の値は低いほうがより良い、何故ならブレーキを掛ける時には、発電機の電圧を低下させる。(詳しい背景は、蓄電池が飽和時、充電停止で、ダミーに切り替わる時の回路の操作は、ダミーの ON/OFF の操作となり)、その回路の切り替わる運動は、ミリ秒単位で、その電圧の幅を 100-150V に保つので、発電機の破損を防止する事が出来る、発電機(風力の構造)はその構造から、極端に停止、極端に最大回転とは出来ないの、発生電圧を低くする為に、ダミー抵抗値は低くすべきである”。

また今迄の経験から、MPPT 内使用の MOS(半導体)の保護も必要で、電圧が低いほど、寿命が延びると理解しています。

発電機の仕様が： 120VAC 1000W とし、整流後 DC 162 1000W の能力と固定。

(電気の世界は±5%が許されているので、 $160 \approx 150$ とお考えください。

No.4 もし変動や動きがない“静”を基礎とするなら：正しいダミーは：

$150 \times 150 / 1000 = 22.5 \Omega$ まあ 適当に 市販製品の仕様もあるし 23,24,25 とすれば (例えば 25Ω しか入手できない場合(ワットは余裕の 2kWタイプ)、 $150 / 25 = 6A$ 流れるので MPPT のヒューズ(40A)は問題ないし..... これで良さそうと 思うのですが、

風力の MPPT は“動”です。

ここでメーカーの言い分は、発電機にやさしい、電圧低下をさせよ と 言っている 今迄の交信では 5Ω が丁度良いと言っている。

発電機にやさしいダミーの再検討； 5Ω

例；100V に発電機を落とすには、 $100 \times 100 / 1000 = 10 \Omega$
100V になるには、 10Ω となり、 $100V \times 10A = 1000W$

$75 \times 75 / 1000 = 5.6 \Omega$

とすると $5 \sim 6 \Omega$ を入れれば 150V から 75-80V で回路が構成される結果となり、その意味が発電機にやさしいと言えるのではと解釈出来ます。

$W = 1000$ は最大値であり、

$75 / 5 = 15A$

$75 \times 15 = 1125W$

従って、MPPT 制御回路で、風力の場合の、整流器出力を 充電時 150VDC だった物を、満充電時、ダミー抵抗に切り替え、75V に落とす事により、AC 側は 120AC が 55VAC に低下する理論となり、それがブレーキと考えられる。ブレーキとは機械の停止の意味でなく、MPPT が最大パワーで充電電力を発生させる (アンペア) 状況が、満充電で停止となると、電力を全てダミーに流すのでなく、ダミーと発電機の安定運動 (ゆっくり回転?) を低 Ω にし、発電機にやさしい回路を作る；こんな意味と考えられます。同時にその低い抵抗用にアンペアが増大するので、容量を正確に把握し、正しいアンペア ワット 抵抗を付ける事が必要です。

要は**静**と**動**の考えが、MPPT 内 回路に組み込まれ、最大と最低でバンバン切り替えたくない(タービン側も MOS 側も) のが、発電機にやさしく、同時に MPPT にも優しいと言えます。

No.5 更なるメーカーの考察

風力発電機が回転しそのコイルにはおのずから、誘導起電力(**インダクタンス**)が発生する。蓄電池が満充電で、ダミーに切り替わったとき(代理店の考え:注意しなければならないのは、**動**の状態です。MPPT の回路は一秒に一回状況を把握し、最大充電量用環境に要因を切り替えています:太陽は 8 秒に一回状況を把握し、最適充電環境に要因を切り替えます。)もし、発電機の**インダクタンス**が 100mH 『(100 ミリヘンリー :1 ヘンリーは、「1 秒間に 1 アンペアの割合で変化する直流の電流が流れるときに 1 ボルトの起電力を生ずる閉回路(コイルなど)のインダクタンス』と予想するなら 10 ミリ秒で電流が準備され、流れ出すようになります。

ダミーに切り替わり、150V から 120V に整流器出力が低下したとなると、ダミー抵抗は、1 マイクロ秒で、停止します。(ミリでなく、マイクロ):この運動のおかげで、発電機側の出力電流の貯蓄タンク内の状況は、(例として貯蓄という言葉ですが):その波長は矩形(ギザギザ)でなく、緩やかなカーブを描けます。

この電流の状態はダミー抵抗の大きさと、ダミーの ON/OFF の時間で決定されます。

(マイクロ秒). μs ; マイクロ秒. 100 万分の 1 秒のこと。

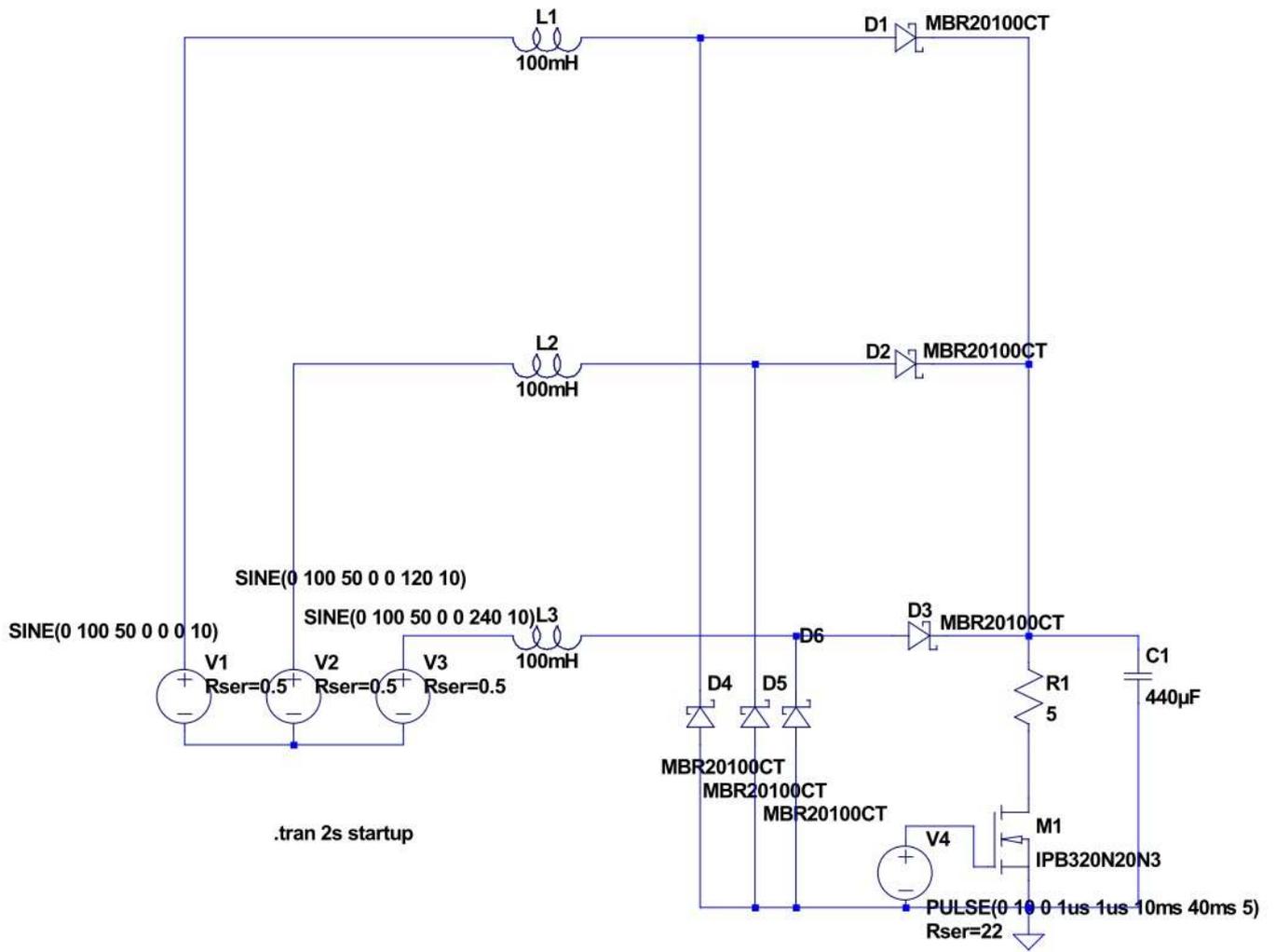
(**インダクタンス**)【inductance】:一つのコイルに流れる電流が変化して**誘導起電力**が現れる場合に、この起電力が電流の変化する速さに比例するときの比例定数。電磁誘導の大きさを表し、単位はヘンリー。誘導起電力をもつ回路素子をさすこともある。(辞書による)

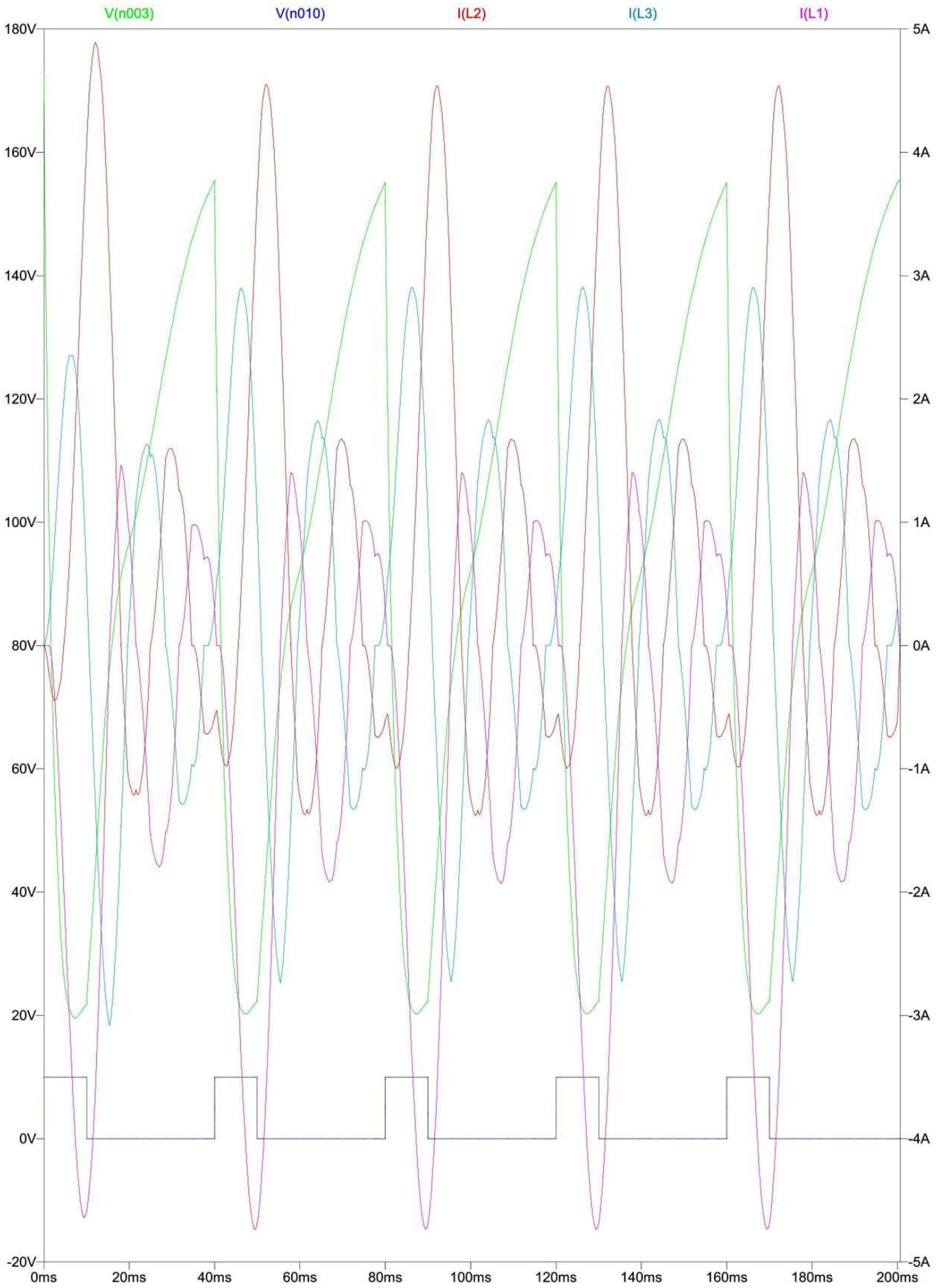
(ミリ-秒-).千分の一秒

最終的に低い Ω が風力のダミーに必要と経験から得られたそうで、決して、 Ω の法則を無視はしませんが、**動**の世界と **静** の世界の次元の差がこの独特な結論を導き出しています。

最後に、次頁に、5 Ω での回路とその発生電圧の挙動カーブを併記します。

2013 年 10 月





--- C:\Programme\LTC\LTspice\3phasen_recitifier.raw ---

end