

技術白書

IE5効率を実現する マグネットフリーモータ

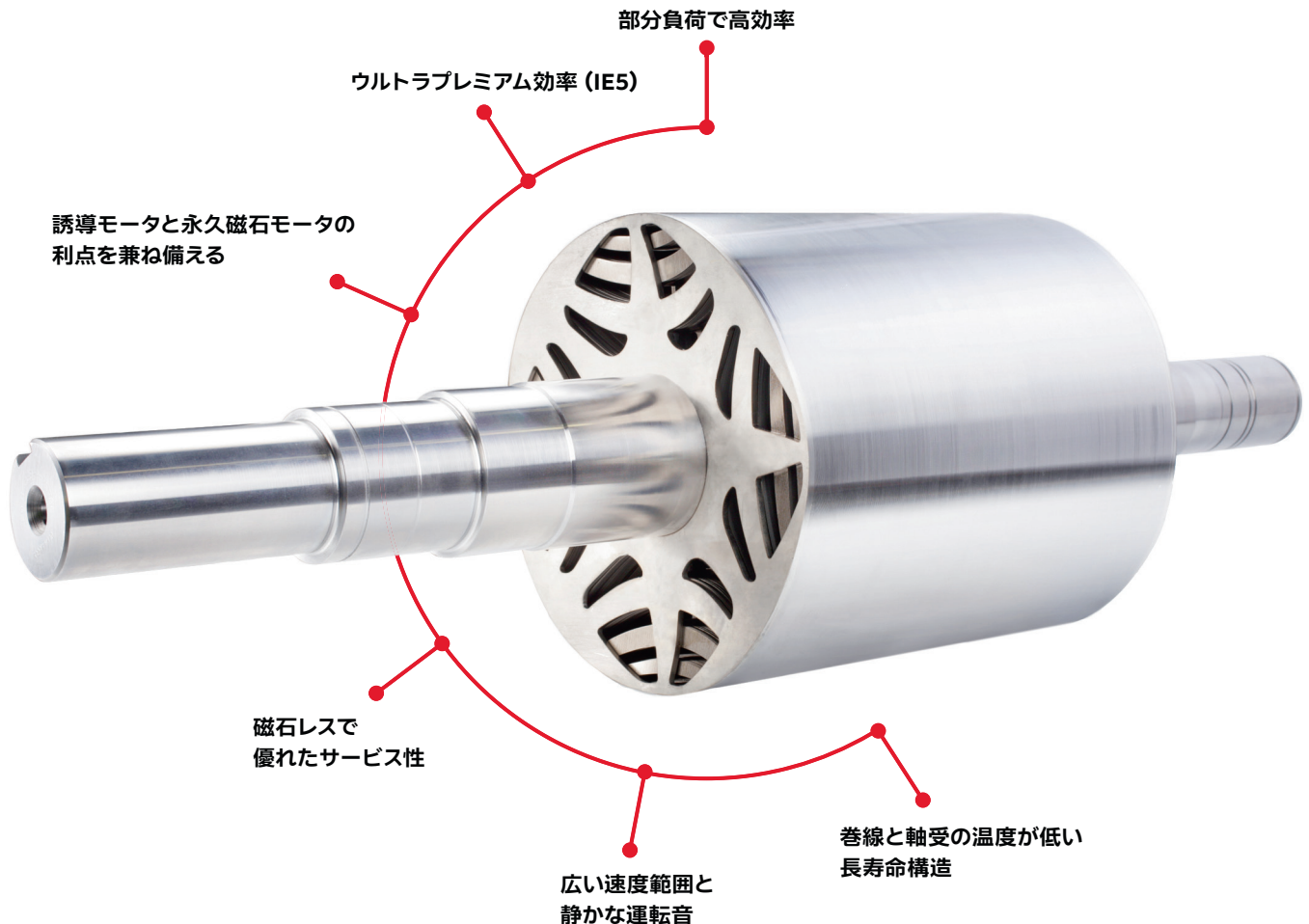


エネルギー効率、利便性、そして生産性 全てが重要です

ABB の SynRM (同期リラクタンスモータ) & ドライブパッケージは、モータとドライブの
トータルでのメリットを提供します。このマッチングは、あらゆるアプリケーションでの
優れた制御性能、容易な始動プロセス、およびサポートが必要な場合に備えて迅速に対応
します。

SynRM パッケージには、運転条件の全体に関する効
率データが含まれています。これにより、モータとド
ライブパッケージでのライフサイクルコストを見通しを
可能にします。

同期リラクタンスモータ (SynRM) のコアとなるアイデ
アは、回転子が巻線または磁石を持たず、積層電磁鋼
板が回転子パッケージを形成していることです。
誘導モータとは異なり、SynRM のロータは誘導電流
がなく、したがってその損失がありません。これにより、
SynRM のシンプルさと高効率の完璧な組み合わせを
実現しています。



IE5 SynRMとベストマッチの対応ドライブ



ACS580高効率ドライブ

- 0.75 - 500kWの広範囲の出力レンジに対応
- コンプレッサ、コンベヤ、ミキサ、ポンプ、ファンなどの一般的な軽用途アプリケーションや、その他多くの線形、可変、定トルクのアプリケーションに対応
- 日本語に対応したコントロールパネルを標準装備
- プライマリ設定とアプリケーション制御マクロにより製品の迅速なセットアップが可能
- 過酷な環境でも使える保護等級IP55にも対応
- 誘導モータ、永久磁石モータ、同期リラクタンスモータなど、多様なモータに対応
- STO（セーフトルクオフ）機能を標準装備し、安全性を確保

SynRMの制御には、HVAC用ACH580ドライブや上下水道用ACQ580ドライブなど、業界特有のドライブもご用意しています。

ACS880高性能産業用ドライブ

- クレーン、押出機、ウインチ、巻取機、コンベヤなど、多様で要求仕様も複雑な産業とアプリケーションに対応
- コンパクトな設計により、設置、点検、メンテナンスが容易
- 保護等級はIP21、IP22、IP42、IP54、IP55に対応し、様々な環境条件で使用可能
- STO（セーフトルクオフ）機能を標準装備し、安全性を確保
- メモリモジュールにドライブの設定（パラメータ）を保存でき、誰でも現場で新しいドライブにインストール可能
- 誘導モータ、永久磁石モータ、同期リラクタンスモータなど、多様なモータに対応
- DTC（ダイレクトトルクコントロール）ABBの特徴的なモータ制御技術により、エンコーダや位置センサなどのフィードバック装置なしで、正確な速度およびトルク制御が可能

急速な進化を遂げる モータ技術の最先端

現在、全電力の 45% はビルや産業用途のモータによって動力に変換されています。電気モータへの依存度が高まる中、エネルギー効率の向上が必要なのは明らかです。

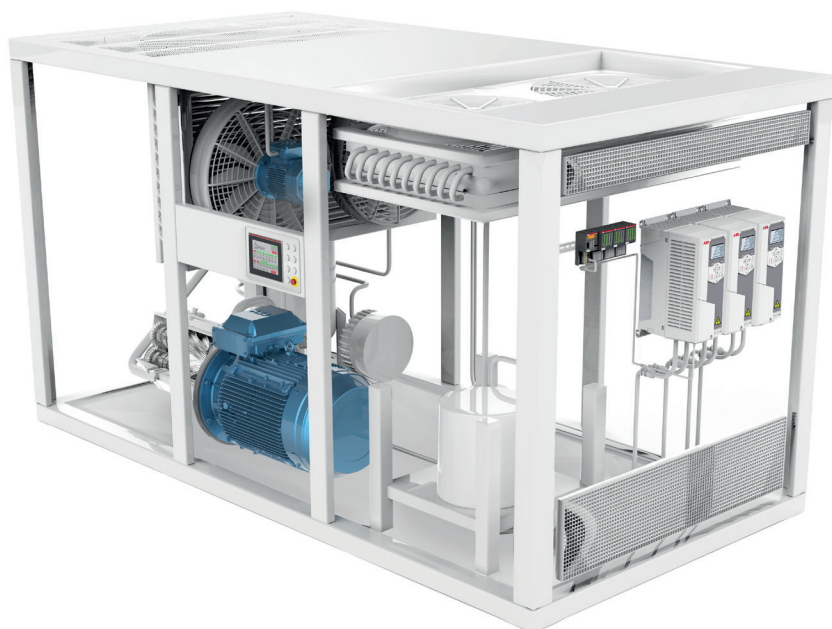
電気モータでは、常にシステム全体を俯瞰し、用途に応じた適切なサイズのモータを選択することが重要です。大きすぎるモータは、使用可能な電力のほんの一部しか供給しませんが、過剰なエネルギーを消費し、パワー不足のモータは高温で動作してエネルギーを浪費します。

より適切なサイズのモータを選択するだけで、企業のエネルギー消費やコストを削減できる場合もあります。

国際効率 (IE) 規格では、その数値が高いほどモータ効率が高いことを意味します。

最適なモータのサイズが決まったら、次はモータの効率クラスについて検討しましょう。市場には様々なモータ技術がありますが、実際に使われているのはまだ旧式の低効率なモータが中心です。しかし、過去 10 年間、モータ技術の進歩は非常に速く、エネルギー効率の高い新しい技術が生まれています。

なかでも、可変速ドライブ (VSD) と連動する同期リラクタンスモータ (SynRM) は、非常に重要な開発の一つです。同期リラクタンスモータは、標準的な IE3 誘導モータの置き換えとして使用でき、モータのエネルギー損失を最大 40%削減することができます。¹



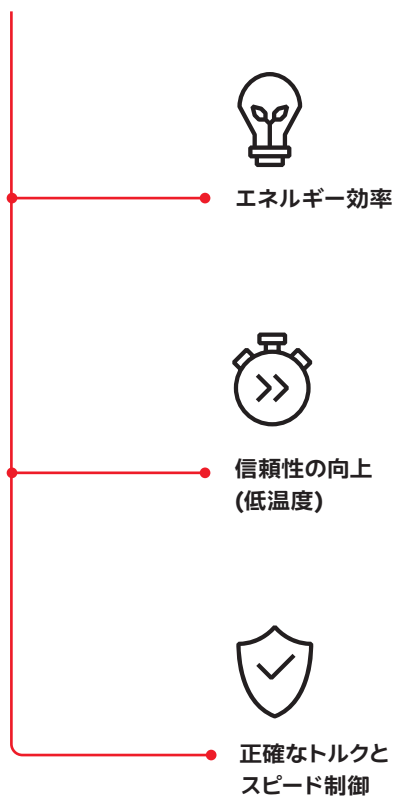
SynRM と VSD のパッケージは、モータの更新に最適なソリューションです。主な外形寸法と出力が変わらないため、機械的な改造は必要ありません。例えば、IE5 の SynRM は IE2 の誘導モータと同じサイズです。

IE5効率を実現した SynRM モータ

ABB の IE5 同期リラクタンスモータ (SynRM) は、超高性能のエネルギー効率を実現します。これは国際電気標準会議 (IEC) で定義された新しいレベルの効率です。SynRM モータはエネルギー効率の向上に対する世界的な需要の高まりに応える新しい選択肢の第一号となります。



SynRM モータの利点



同期リラクタンスという技術は、永久磁石にレアアースを使用しないため、永久磁石モータの性能と誘導モータのシンプルさ、サービス性の良さを兼ね備えています。同期リラクタンスモータのロータには磁石や巻線がなく、電力損失がほとんどありません。また、ロータに磁力が発生しないため、メンテナンスも誘導モータと同様に簡単です。

お客さまは、ABB の IE5 超高効率 SynRM モータに更新することで、エネルギー効率の向上、サステナビリティの改善、信頼性の向上が可能になります。このモータは、IE3 モータと比較してエネルギー損失を最大 40% 低減し、エネルギー消費と CO2 排出を大幅に低減します。²

SynRM のテクノロジーは、巻線温度を最大 30°C、軸受温度を最大 15°C 下げ、モータの信頼性を高め、寿命を延ばし、メンテナンスの必要性を低減させます。³

軸受の故障は、モータの計画外停止の約 70% を引き起こすとされ、軸受温度の低下は、製品のライフサイクルコスト削減の重要な要素となっています。⁴

ABB の高効率な SynRM モータは、2011 年に IE4 クラスで発売され、当初はポンプやファン向けに提供されていましたが、現在はすべてのアプリケーションに提供されています。そして 2019 年、ABB は超高効率モータ「SynRM」の IE5 を発表しました。

標準的なモータのラインナップにおいて、SynRM とドライブのパッケージは、モータの置き換えに最適なソリューションとなります。IE5 SynRM は IE2 誘導モータと同じサイズなので、機械的な改造が不要で、従来の誘導モータと簡単に置き換えることができます。さらに最近では、VSD アプリケーションの数が増えており、SynRM 技術の実用化と普及を推し進めています。

実際には、使用する技術や IEC 規格に関係なく、IE5 モータは IE4 モータに比べ 20% 損失が少なくなっています。

そして、節電と節約を両立 SynRM モータ

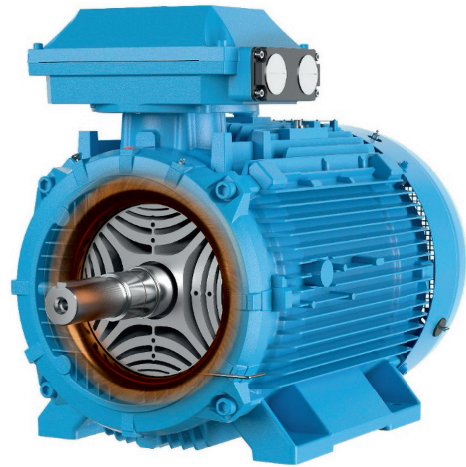
同期リラクタンスモータの構造

SynRM モータは外見上、従来の誘導モータとほとんど変わりません。中のステータ（固定子）もこれまでのものと同じです。革新的なのはロータ（回転子）です。ロータは鉄の層を積層して作られており、軽量かつ強固な構造で、磁気が流れるようになっています。

この形状は、ロータ内の磁気リラクタンスを誘導するために精密に設計されています。その結果、ロータはステータコイルから発生する磁束に追随し、本質的にその位置が「ロック」された状態になります。このため、ロータは磁束と全く同じ速度で動くことができ、同期して回転することから同期リラクタンスモータと呼ばれている。ロータには磁石やレアアースを使用しないため、従来のモータよりも少ない材料で製造することができます。

SynRM の機能

他の電気モータと同様に、SynRM モータは回転運動を発生させ、機械の動力源として使用できます。ステータから発生する磁束の回転、つまりロータの速度は、ドライブによって制御されます。ドライブがロータの位置を監視し、ロータが同期していることを確認します。



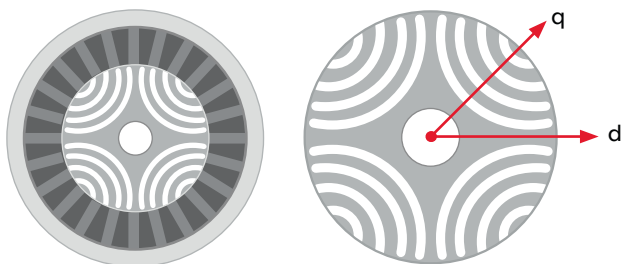
SynRM の利点

SynRM モータは、同クラスの誘導モータと比較して、エネルギー損失が大幅に低減されています。例えば、SynRM モータはロータでの損失がありません。その結果、運転温度が下がり、巻線の無いシンプルなロータ構造と相まって、従来のモータに比べて保守の必要性や故障のリスクを低減することができます。また、万が一問題が発生した場合でも、モニタリングシステムによって修理の必要性を知らせることができます。

さらに SynRM モータの騒音レベルは、従来の誘導モータよりもはるかに低く、より快適な生産環境を実現します。⁵

また、SynRM モータは、レアアースを使用せずに製造されているため、資源の採掘が不要で、廃棄物も少なくなり、環境負荷が低いことも特徴です。

さらに、製造からリサイクルまでの全ライフサイクルにおけるカーボンフットプリントも低く、このクラスでは最高の低排出性能を実現しています。



同期リラクタンスモータが生み出すトルクは、 d 軸と q 軸のインダクタンスの差に比例し、この差が大きいほど大きなトルクを生み出すことができます。

そのため、同期リラクタンスモータは、 d 軸に磁氣的に導電性の材料である鉄、 q 軸に磁氣的に絶縁性の材料である空気という構成で設計されています。

モータを使いこなす 可変速ドライブ

可変速ドライブ (VSD) は、モータをより効率的に運転するのに役立ちます。実際に、標準的な中型モータのアプリケーションに可変速ドライブを追加することで、通常、消費電力を 25% 削減することができます。同期リラクタン্সモータの運転にも必要ですが、誘導モータなど他の種類のモータにも非常に適しています。

用途に応じた適切なエネルギー量

ドライブはモータに供給される電源の周波数と電圧を変化させてトルクと速度を調整し、モータの運転を制御、最適化します。ドライブがモータの回転数を直接制御するため、アプリケーションの回転数を制御するためのバルブ、ギア、スロットル、ブレーキは必要ありません。つまり、モータを常にフル回転させる必要がなく、機械的な速度制御によるエネルギーの浪費がないことを意味します。このため、ドライブで制御されたモータは、ドライブなしのモータに比べて大幅な省エネが可能になるのです。

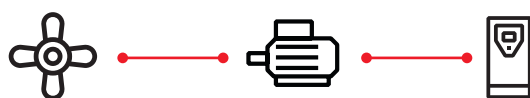
現在、世界のモータの約 23% が可変速ドライブを搭載しており、世界中のモータのエネルギー効率を向上させる余地はまだ大きく残されています。⁶

プロセスの安定性により、無駄なエネルギーを削減

また、ドライブはプロセスの優れた安定性の実現に貢献します。多くの生産プロセスにおいて、これは品質の向上と不良品の減少につながり、エネルギーの無駄も少なくなります。例えば、ドライブは 1500rpm において 0.5rpm の誤差精度で確実に制御することができます。これをある押出成形機の回転数の全範囲に適用すれば、製品の品質向上、廃棄物の削減、不合格品の減少につながります。一般に、廃棄物や不合格品は押出機に戻されて再加熱されるため、押出機をより正確に制御することで、エネルギー使用量も削減されます。

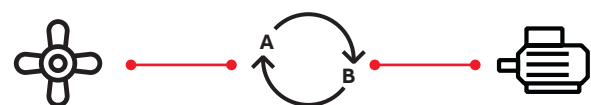
産業用モータの最も一般的な用途は、ポンプ、ファン、コンプレッサです。可変速ドライブを追加することで、通常、消費電力を 25% 削減することができます。

スピードコントロール



ファン + モータ + ドライブ

メカニカルコントロール



ファン + メカニカルコントロール + モータ

可変速ドライブは、運転のたびにエネルギーを節約
親和性則によれば、ポンプやファンを半分の速度で運転すると消費電力は1/8になります。⁵

真の省エネを実現する IE5効率

部分負荷効率

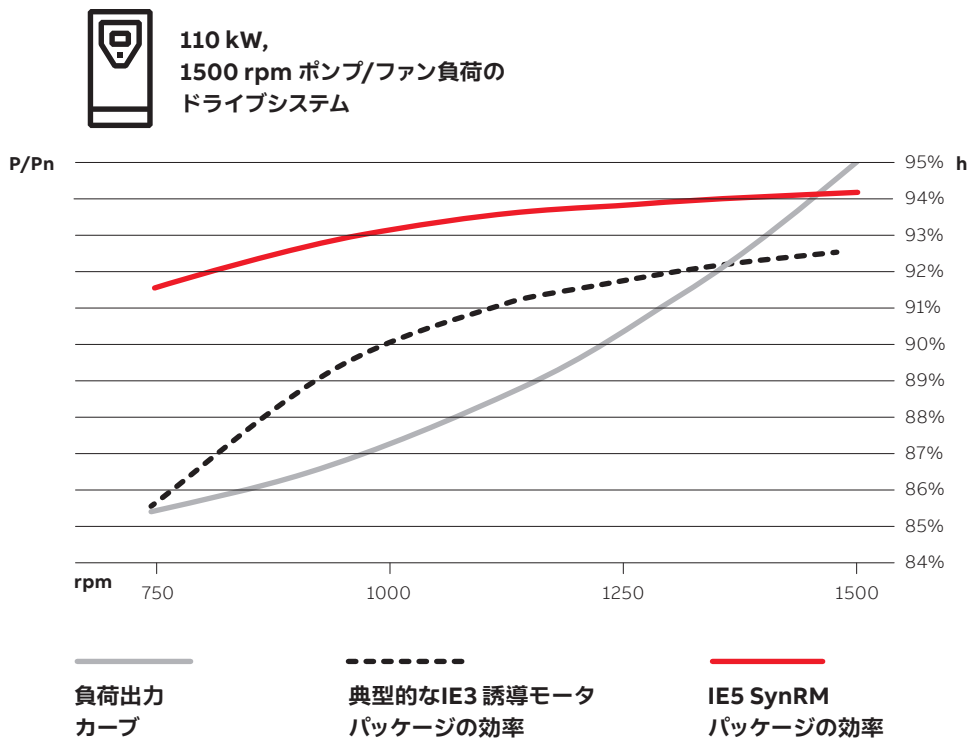
IE5 SynRM モータとドライブのパッケージが、真に価値を発揮するのは、それらが部分負荷で使用される場合です。新規 EU 2019/1781 (エコデザイン指令) によると、メーカーはモータの指定された負荷点における損失を示す必要があります (2022.1.7)。これにより、ドライブを使用した部分負荷条件でのモータ間の比較が可能になります。従来は、ドライブ給電の誘導モータには損失の情報になかったため、比較はできませんでした。

下のグラフにあるように、全負荷時には 2% 程度の効果ですが、部分負荷時には 6~7% もの効果があります。

ドライブ給電の IE5 SynRM と IE3 誘導モータの比較

ABB による実験の結果、SynRM IE5 モータは IE3 モータに対して部分負荷条件でも優位性があり、その優位性は定格点での比較でより大きくなるのが分かっています。

下図は、ABB の研究所の測定による、ポンプ/ファンの駆動における IE5 SynRM と IE3 誘導モータの典型的な効率性能を示しています。⁷



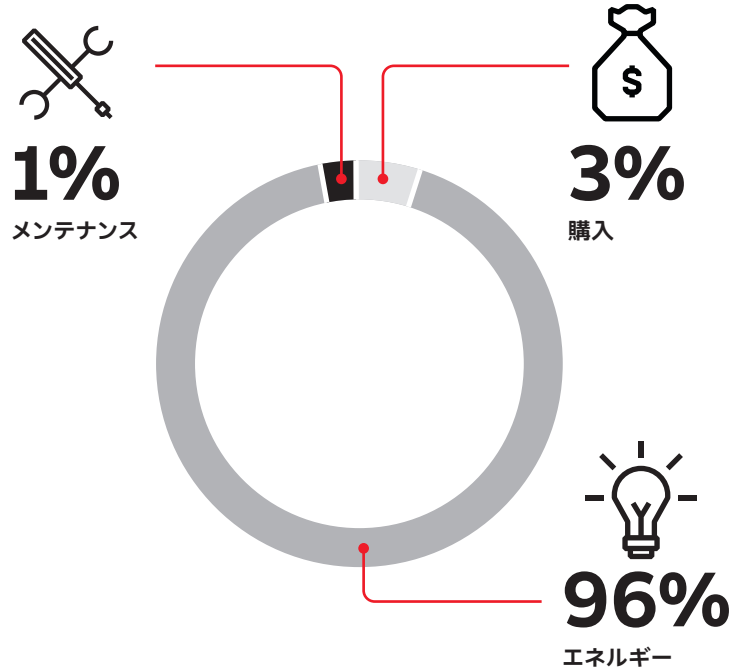
**Campbell's
Australiaは
SynRMで
コストを削減**

ABB の SynRM と VSD のパッケージは、Campbell's Australia でエネルギーコストの大幅な削減を実現しました。12 ヶ月間で、エネルギーコストの 14% 削減を明確に示す数値が出ました。年間合計で約 15,000 豪ドルのエネルギーコストが削減され、年間約 131 トンの CO2 排出量の削減にもつながりました。

エネルギー使用量の削減により、総所有コスト (TCO) も低減

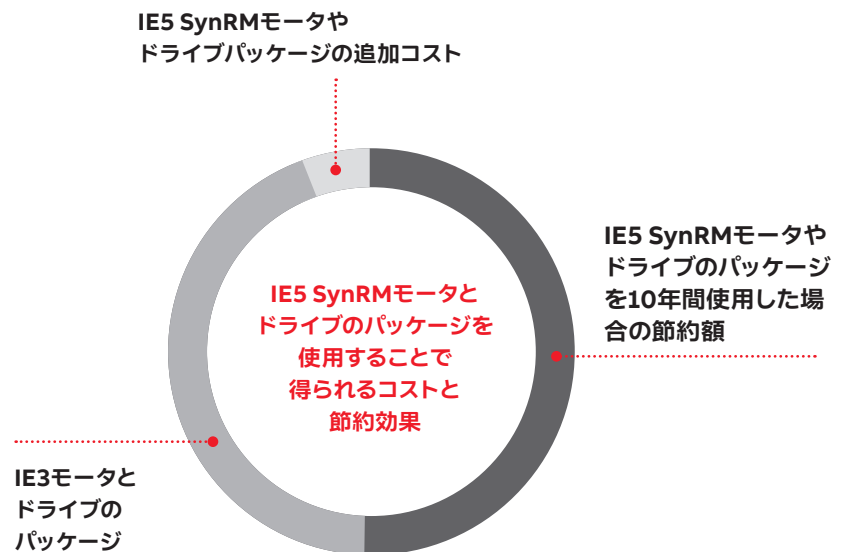
SynRM と VSD パッケージでエネルギー消費を削減することは、プロセスの運転コストと総所有コストも削減することを意味します。また、企業の多くは初期投資コストを理由に、モータの更新やプロセスへのドライブの追加に消極的ですが、モータのコストは、その稼働で使用されるエネルギーのコストのほんの一部に過ぎません。⁸

機械的に制御されたポンプシステムのライフサイクルに係る主なコスト。コストの大半はモータを駆動するためのエネルギーコストが占めます。



エネルギー削減による投資回収

1500rpm で運転する 110kW のモータの場合、IE5 と IE3 モータの購入コストの差は、年間エネルギーコストの節約に比べれば、ごくわずかです。IE5 モータのパッケージは稼働後すぐに、IE3 パッケージと比較してエネルギーとコストを削減し、約 13 ヶ月後にそのコスト差を回収することができます。さらに IE5 SynRM パッケージは、10 年から 15 年の残りの耐用年数の間、年間コスト削減を実現し続けることができます。約 10 年以内に、エネルギー使用量削減による節約分によって、IE5 パッケージ全体の購入コストを回収することができます。



モータ更新におけるこのテクノロジーへの投資回収 (ROI) は、わずか 1 年以内に可能となります。

おわりに

これまで述べてきたように、エネルギー効率を根本的に改善するためのモータ技術はすでに実現され、検証および実証されています。

SynRM モータやドライブパッケージは、エネルギー効率を劇的に向上させるものであり、世界的に導入されれば、エネルギー使用量の削減と気候変動への対策に貢献することでしょう。

企業にとって、その判断は難しいものではありません。もし、最新のモータにもう少し高い投資をすることができるのであれば、わずか1年でその投資を回収し、モータのライフサイクルを通してさらなる還元を得ることができるかもしれません。



政府や自治体の意思決定者にとって、インフラから公共施設、公共交通機関に至るまで、よりエネルギー効率の高い選択肢がすでに用意されていることを知ることが重要です。いま必要なのは、それを実現する意志と、エネルギー効率の高いソリューションが最もシンプルで好ましい選択肢となるよう支援することです。

(1) IEC 60034-30-1およびIEC TS 60034-30-2に準拠

(2) IEC 60034-30-1およびIEC TS 60034-30-2に準拠

(3) ABBによる試験および測定に準拠

(4) 出展: Austin.H. Bonnett and Chunk. Yung, "Increased Efficiency versus Increased Reliability," IEEE Ind. Appl. Magazine, Jan/Feb 2008.

(5) お客様の実績に基づく

(6) Omdia, "Low Voltage Motors Intelligence Service," 2020.

(7) ABBによる測定および計算に準拠

(8) www.energy.gov/sites/prod/files/2014/04/f15/amo_motors_sourcebook_web.pdfに準拠

テクニカルデータ

IE5 同期リラクタンスモータ, 400 V

出力 kW	型式	型式番号	IEC TS 60034- 30-2に 基づく IEクラス	VSD供給時 モータ効率 $T_N=100\%$, $\eta_N=100\%$	VSD供給時 の一般的な IE3誘導 モータ効率 $T_N=100\%$, $\eta_N=100\%$	回転数 Max. r/min	電流 I_N/A	トルク		ロータ 慣性モー メント J kgm ²	重量 kg	温度 上昇 クラス (M)
								T_N/Nm	T_{OL}/T_N Nm			
3000 r/min (100 Hz)												
400 V												
5.5	M3AL 132SMA 4	3GAL132217-...C	IE5	92.8	87.8	4500	12.1	17.5	1.5	0.0145	41	B
7.5	M3AL 132SMB 4	3GAL132227-...C	IE5	93.1	88.8	4500	16.5	23.9	1.5	0.0145	41	B
11	M3AL 132SMC 4	3GAL132237-...C	IE5	94.0	90.0	4500	24.5	35.0	1.5	0.0184	47	B
15	M3AL 132SMD 4	3GAL132247-...C	IE5	94.1	90.8	4500	32.9	47.8	1.5	0.0184	47	B
11	M3BL 160MLA 4	3GBL162417-...C	IE5	93.6	90.0	4500	25.6	35.0	1.5	0.0579	133	B
15	M3BL 160MLB 4	3GBL162427-...C	IE5	95.1	90.8	4500	34.6	48.0	1.5	0.0579	133	B
18.5	M3BL 160MLC 4	3GBL162437-...C	IE5	94.6	91.4	4500	43.3	59.0	1.5	0.0579	133	B
22	M3BL 180MLB 4	3GBL182427-...C	IE5	95.5	91.7	4500	50.5	70.0	1.6	0.116	190	B
30	M3BL 200MLC 4	3GBL202437-...C	IE5	95.9	92.4	4500	68.9	95.6	1.9	0.207	277	B
37	M3BL 200MLD 4	3GBL202447-...C	IE5	96.1	92.8	4500	84.5	118	2.0	0.207	277	B
45	M3BL 225SMB 4	3GBL222227-...C	IE5	96.1	93.2	4500	99.8	143	2.1	0.302	330	B
55	M3BL 250SMA 4	3GBL252217-...C	IE5	96.4	93.5	3600	123	175	1.6	0.499	396	B
75	M3BL 250SMB 4	3GBL252227-...C	IE5	96.5	94.0	3600	167	239	2.0	0.499	396	B
90	M3BL 250SMC 4	3GBL252237-...C	IE5	96.4	94.3	3600	198	286	2.3	0.632	454	B
1500 r/min (50 Hz)												
400 V												
5.5	M3AL 132SMA 4	3GAL132213-...C	IE5	93.7	88.2	4500	11.7	35.0	1.5	0.0277	63	B
7.5	M3AL 132SMB 4	3GAL132223-...C	IE5	93.7	89.1	4500	15.7	47.8	1.5	0.0277	63	B
11	M3AL 132SMC 4	3GAL132233-...C	IE5	94.2	90.2	4500	23.8	70.0	1.5	0.0317	69	B
11	M3BL 160MLA 4	3GBL162413-...C	IE5	94.0	90.2	4500	24.2	70.0	1.5	0.0702	160	B
15	M3BL 160MLB 4	3GBL162423-...C	IE5	94.9	91.0	4500	31.3	95.0	1.5	0.0864	177	B
18.5	M3BL 180MLB 4	3GBL182423-...C	IE5	95.0	91.6	4500	42.8	118	2.6	0.156	222	B
22	M3BL 180MLC 4	3GBL182433-...C	IE5	95.4	92.0	4500	49.4	118	2.2	0.156	222	B
30	M3BL 200MLB 4	3GBL202423-...C	IE5	95.9	92.7	4500	65.0	191	2.3	0.287	304	B
37	M3BL 225SMB 4	3GBL222223-...C	IE5	96.3	93.0	3600	79.3	236	2.2	0.38	385	B
45	M3BL 225SMC 4	3GBL222233-...C	IE5	96.3	93.4	3600	98.5	286	2.3	0.38	350	B
55	M3BL 250SMB 4	3GBL252223-...C	IE5	96.5	93.8	3600	117	350	2.3	0.632	454	B
75	M3BL 280SMA 4	3GBL282213-...C	IE5	96.2	94.3	2600	166	478	2.0	1	454	B
90	M3BL 280SMB 4	3GBL282223-...C	IE5	96.5	94.5	2600	199	573	2.1	1	639	B
110	M3BL 280SMC 4	3GBL282233-...C	IE5	96.7	94.3	2600	241	699	2.1	1.21	697	B
110	M3BL 315SMA 4	3GBL312213-...C	IE5	96.8	94.3	2200	243	702	2.0	1.64	873	B
132	M3BL 315SMB 4	3GBL312223-...C	IE5	96.8	94.6	2200	290	842	2.0	1.87	925	B
160	M3BL 315SMC 4	3GBL312233-...C	IE5	97.1	94.8	2200	343	1018	1.9	2.04	965	B
200	M3BL 315MLA 4	3GBL312413-...C	IE5	97.2	95.0	2200	428	1272	1.9	2.45	1116	B
250	M3BL 315LKA 4	3GBL312813-...C	IE5	97.1	95.0	2200	552	1591	2.0	3.04	1357	B
315	M3BL 315LKC 4	3GBL312833-...C	IE5	97.2	95.0	2200	662	2006	1.8	3.77	1533	F
1000 r/min (33.3 Hz)												
400 V												
7.5	M3BL 160MLA 4	3GBL162412-...C	IE5	93.1	87.7	4500	16.5	72	1.5	0.0702	160	B
11	M3BL 160MLB 4	3GBL162422-...C	IE5	93.7	89.0	4500	24.1	105	1.5	0.0864	177	B
15	M3BL 180MLC 4	3GBL182432-...C	IE5	94.2	90.0	4500	34.1	143	2.2	0.156	216	B
18.5	M3BL 200MLA 4	3GBL202412-...C	IE5	95.2	90.6	4500	39.9	177	1.5	0.287	304	B
22	M3BL 200MLB 4	3GBL202422-...C	IE5	95.0	91.1	4500	47.0	210	1.5	0.287	304	B
30	M3BL 225SMB 4	3GBL222222-...C	IE5	95.5	91.9	3600	64.7	287	2.1	0.38	348	B
37	M3BL 250SMA 4	3GBL252212-...C	IE5	95.6	92.4	3600	80.5	353	1.5	0.575	428	B
45	M3BL 280SMA 4	3GBL282212-...C	IE5	96.2	92.8	2600	98.6	430	2.3	1	639	B
55	M3BL 280SMB 4	3GBL282222-...C	IE5	96.0	93.3	2600	119	526	2.0	1	639	B
75	M3BL 280SMC 4	3GBL282232-...C	IE5	96.2	93.8	2600	160	715	2.1	1.21	697	B
75	M3BL 315SMA 4	3GBL312212-...C	IE5	96.5	93.8	2200	164	717	2.0	1.64	873	B
90	M3BL 315SMB 4	3GBL312222-...C	IE5	96.8	94.2	2200	199	859	2.0	1.87	925	B
110	M3BL 315SMC 4	3GBL312232-...C	IE5	96.8	93.9	2200	241	1051	1.9	2.04	965	B
132	M3BL 315MLA 4	3GBL312412-...C	IE5	97.1	94.3	2200	278	1261	1.7	2.45	1116	B
160	M3BL 315LKA 4	3GBL312812-...C	IE5	97.1	94.6	2000	341	1527	1.9	3.04	1357	B
200	M3BL 315LKC 4	3GBL312832-...C	IE5	97.3	94.8	2000	416	1910	1.8	3.77	1533	B

* IEC TS 60034-30-2に基づく

** 本書作成時点での、IE5 モータおよびドライバパッケージのテクニカルデータです。内容は予告なく変更することがあります。



—
ABB株式会社
モーション事業本部
東京都品川区大崎2-1-1
ThinkPark Tower 22F
Tel: 03-4523-6300

new.abb.com/motors-generators/ja
new.abb.com/drives/ja