

INDUSTRIAL DRIVE SOLUTIONS

HiPower
VSES



RELIABLE
Performance You Can Trust



EFFICIENT
Maximize Every Watt



PRECISE
Control with Accuracy



راهنمای فعال سازی و استفاده از

قابلیت صرفه جویی انرژی در مد

کنترل V/F موتور القایی

**Energy Savin capability
in V/F control mode of
induction motor**

فهرست مطالب

- ۱) معرفی کلی ۱
- ۲) Energy Saving چیست؟ ۱
- ۳) کاربردهای پیشنهادی ۲
- ۴) شرطهای فعال شدن قابلیت ۲
- ۵) جدول کاربردی انتخاب حالتها ۲
- ۶) روش تنظیم عملی F40 ۳
- ۷) ارتباط با AVR، V/F و DC Brake ۳
- ۸) نکات کاربردی و محدودیتها ۳
- ۹) عیب‌یابی سریع ۴
- ۱۰) مطالعه و راه‌اندازی سریع ۴

(۱) معرفی کلی

قابلیت Energy Saving یا صرفه‌جویی انرژی، یک قابلیت کمکی در مد V/F است که برای کاهش مصرف انرژی موتور در شرایط بار سبک استفاده می‌شود. در بسیاری از کاربردهای صنعتی مانند فن، پمپ و نوار نقاله سبک، موتور همیشه با بار کامل کار نمی‌کند. در این حالت اگر ولتاژ خروجی مانند حالت بار کامل باقی بماند، بخشی از انرژی صرف جریان بی‌باری، تلفات آهنی و گرم شدن موتور می‌شود.

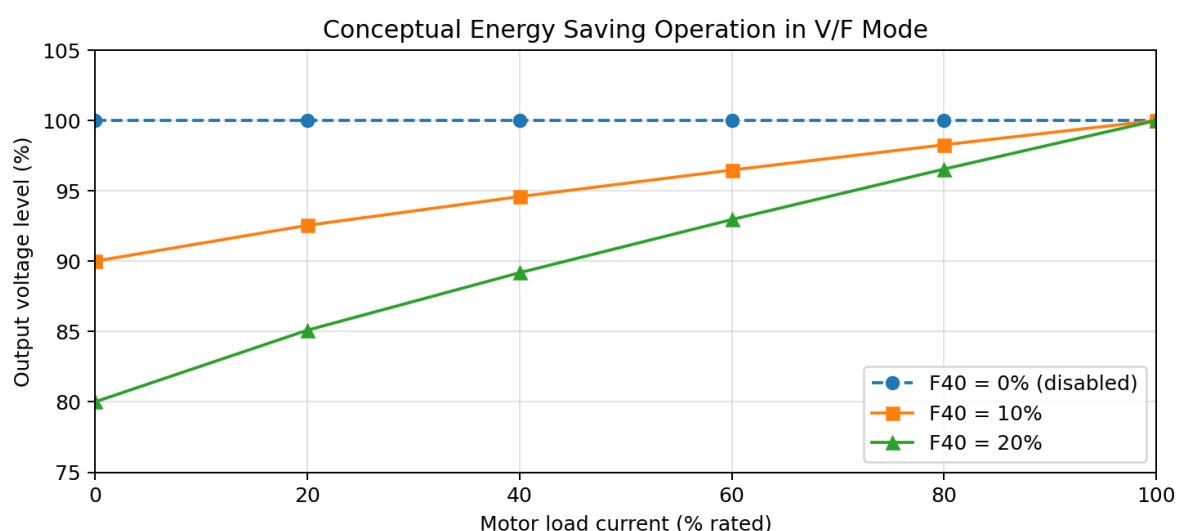
در این قابلیت، درایو پس از محاسبه ولتاژ پایه V/F، جریان واقعی موتور را بررسی می‌کند. اگر جریان موتور کمتر از جریان نامی باشد، ولتاژ خروجی به صورت کنترل‌شده کاهش داده می‌شود. با افزایش بار و نزدیک شدن جریان موتور به جریان نامی، ولتاژ خروجی دوباره به مقدار عادی V/F نزدیک می‌شود تا گشتاور موتور حفظ شود.

(۲) Energy Saving چیست؟

در حالت V/F معمولی، ولتاژ خروجی فقط بر اساس فرکانس و منحنی V/F تعیین می‌شود. اما در حالت صرفه‌جویی انرژی یا Energy Saving، درایو علاوه بر فرکانس، مقدار جریان بار موتور را نیز در نظر می‌گیرد. هرچه بار موتور سبک‌تر باشد، مقدار کاهش ولتاژ بیشتر است و هرچه بار به مقدار نامی نزدیک‌تر شود، اثر صرفه‌جویی کمتر می‌شود.

جدول (۱)

وضعیت بار موتور	رفتار درایو	نتیجه مورد انتظار
بار سبک یا بی‌باری	کاهش ولتاژ خروجی	کاهش جریان بی‌باری و تلفات موتور
بار متوسط	کاهش محدود ولتاژ	صرفه‌جویی انرژی بدون افت محسوس گشتاور
نزدیک بار نامی	بازگشت ولتاژ به مقدار عادی	حفظ توان و گشتاور موتور
بار سنگین	عدم کاهش ولتاژ	اولویت با تأمین گشتاور موتور



نمودار (۱): عملکرد مفهومی فانکشن Energy saving

(۳) کاربردهای پیشنهادی

این قابلیت برای بارهایی مناسب است که در بخش زیادی از زمان کار، بار سبک یا متوسط دارند. در چنین کاربردهایی، کاهش ولتاژ می‌تواند باعث کاهش جریان، کاهش تلفات و در برخی موارد کاهش صدای موتور شود. برای بارهای سنگین یا بارهایی که به گشتاور ثابت نیاز دارند، این قابلیت باید با احتیاط استفاده شود.

جدول (۲)

کاربرد	میزان مناسب بودن	نکته تنظیم
فن و پمپ	زیاد	از مقدار کم F40 شروع شود و سپس در صورت پایداری افزایش یابد.
نوار نقاله سبک	متوسط	در صورت افت گشتاور هنگام شروع حرکت، F40 کاهش یابد.
بارهای گشتاور ثابت	کم	کاهش ولتاژ زیاد ممکن است باعث ضعف موتور شود.
جرتقیل، بالابر، بار ضربه‌ای	توصیه نمی‌شود	به دلیل نیاز به گشتاور مطمئن، بهتر است غیرفعال بماند.

(۴) شرط‌های فعال شدن قابلیت

فعال بودن پارامتر Energy Saving به تنهایی کافی نیست. در منطق فعلی برنامه، این قابلیت فقط در شرایط مشخص وارد عمل می‌شود. بنابراین ممکن است F40 مقدار داشته باشد، اما در بعضی وضعیت‌ها اثر آن در خروجی دیده نشود.

جدول (۳)

شرط	وضعیت لازم	توضیح
مد کنترل	V/F یا $H40 = 0$	قابلیت فقط در مد V/F اعمال می‌شود.
نوع موتور	موتور القایی سه‌فاز یا دوفاز	برای مدهای PMSM یا کنترل سنسورلس برداری اعمال نمی‌شود.
Auto Tuning	غیرفعال	در زمان اتوتیونینگ، ولتاژ تست نباید تغییر کند.
DC Brake	غیرفعال	در زمان ترمز DC، اولویت با توقف موتور است.
F40	بزرگ‌تر از صفر	F40 صفر یعنی قابلیت غیرفعال است.
جریان بار	کمتر از جریان نامی	در بار نامی، ولتاژ به حالت عادی برمی‌گردد.

(۵) پارامترهای مهم و اثر هر کدام

برای استفاده از جدول زیر، فقط وضعیت سه ورودی را با ردیف متناظر تطبیق دهید. نیازی به محاسبه دودویی نیست.

جدول (۴)

پارامتر	نام کاربردی	اثر در Energy Saving
H40	انتخاب مد کنترل	برای استفاده از این قابلیت باید روی V/F تنظیم شود.
H28	نوع موتور	باید موتور القایی سه‌فاز یا دوفاز انتخاب شده باشد.
F40	سطح Energy Saving	صفر یعنی غیرفعال؛ مقدار بالاتر یعنی کاهش ولتاژ بیشتر در بار سبک.
F22	فرکانس نامی موتور	در محاسبه ولتاژ پایه V/F اثر دارد.
F39	سطح ولتاژ خروجی	مبنای ولتاژ خروجی قبل از اعمال Energy Saving است.
F41	AVR	پس از Energy Saving می‌تواند اثر تغییرات DC Bus را اصلاح کند.

! در منطق فعلی برنامه، پارامتر اصلی این قابلیت F40 است. مقدار پیش فرض F40 برابر صفر است؛ بنابراین قابلیت در تنظیمات کارخانه غیرفعال می باشد.

۶) روش تنظیم عملی F40

برای تنظیم F40، ابتدا موتور را در حالت V/F معمولی و با $F40 = 0$ تست کنید. پس از اطمینان از عملکرد صحیح موتور، مقدار F40 را به صورت مرحله ای افزایش دهید. پیشنهاد عملی این است که از مقدار ۱۰ درصد شروع شود و سپس با توجه به جریان، صدا، دما و رفتار بار تنظیم نهایی انجام گیرد.

جدول (۵)

مشاهده اپراتور	اقدام پیشنهادی
جریان بی باری زیاد است و بار سبک می باشد.	F40 کمی افزایش داده شود.
موتور هنگام افزایش بار ضعیف می شود.	F40 کاهش داده شود.
صدای موتور یا لرزش افزایش یافته است.	مقدار Energy Saving کاهش یابد و منحنی V/F بررسی شود.
دمای موتور و جریان کاهش یافته و عملکرد پایدار است.	تنظیم فعلی مناسب است.

۷) ارتباط با AVR، V/F و DC Brake

Energy Saving جایگزین کنترل V/F نیست؛ بلکه بعد از محاسبه ولتاژ پایه V/F ، مقدار ولتاژ را در بارهای سبک اصلاح می کند. بنابراین اگر تنظیمات V/F ، فرکانس نامی یا ولتاژ خروجی موتور درست نباشد، Energy Saving نیز نتیجه مناسبی نخواهد داشت.

جدول (۶)

قابلیت مرتبط	ارتباط با Energy Saving
V/F Pattern	ولتاژ پایه ابتدا از منحنی V/F گرفته می شود.
Torque Boost	اگر Boost زیاد باشد، ممکن است اثر کاهش ولتاژ کمتر دیده شود.
AVR	پس از Energy Saving، ولتاژ خروجی را نسبت به تغییرات DC Bus اصلاح می کند.
DC Brake	در زمان ترمز DC، Energy Saving اعمال نمی شود.
Auto Tuning	در زمان اتوتونینگ، این قابلیت غیرفعال است.

۸) نکات کاربردی و محدودیت ها

- این قابلیت برای کاهش مصرف انرژی در بار سبک است، نه برای افزایش گشتاور راه اندازی.
- اگر کاربرد دارای تغییر بار ناگهانی است، مقدار $F40$ را کم انتخاب کنید.
- در بارهای گشتاور ثابت، کاهش ولتاژ زیاد می تواند باعث افزایش لغزش و گرم شدن موتور شود.

- پس از تغییر موتور، کابل، اتصال ستاره/مثلث یا تنظیمات V/F، مقدار $F40$ دوباره بررسی شود.
- اگر با فعال شدن Energy Saving جریان یا دمای موتور بهتر نشد، مقدار $F40$ را بی دلیل افزایش ندهید.

۹) عیب یابی سریع

جدول (۷)

علامت مشاهده شده	علت احتمالی	اقدام پیشنهادی
موتور ضعیف شده است.	$F40$ زیاد است یا بار سنگین است.	$F40$ کاهش یابد و زمان شتاب بررسی شود.
صرفه جویی محسوس نیست.	بار نزدیک نامی است یا $F40$ کم است.	در بار سبک تست شود؛ در بار نامی انتظار کاهش زیاد وجود ندارد.
جریان موتور نوسان دارد.	کاهش ولتاژ زیاد یا بار ناپایدار است.	$F40$ کاهش یابد و جریان فازها بررسی شود.
موتور گرم تر شده است.	شار کم شده و لغزش افزایش یافته است.	$F40$ کاهش یابد یا قابلیت غیرفعال شود.
با وجود $F40$ فعال، ولتاژ کم نمی شود.	یکی از شرطهای بخش ۴ برقرار نیست.	مد کنترل، Auto Tuning، DC Brake و جریان بار بررسی شود.

۱۰) مطالعه و راه اندازی سریع

جدول (۸)

ردیف	کار مورد نیاز	مقدار یا اقدام پیشنهادی
۱	انتخاب مد کنترل	$H40 = 0$ یا V/F
۲	انتخاب نوع موتور	موتور القایی سه فاز یا دوفاز
۳	تست اولیه	$F40 = 0$ و بررسی عملکرد عادی موتور
۴	فعال کردن قابلیت	$F40 = 10\%$ برای شروع
۵	افزایش مرحله ای	در صورت پایداری، مقدار به آرامی افزایش یابد.
۶	کنترل نهایی	جریان، دما، صدا و توان ورودی بررسی شود.

! قاعده عملی: هرچه بار سبک تر و یکنواخت تر باشد، Energy Saving مؤثرتر است. هرچه بار سنگین تر یا ضربه ای تر باشد، مقدار $F40$ باید کمتر انتخاب شود.