

کنترل دور موتور در صنعت پمپ

(مزایا و معایب آن نسبت به سافت استارترها)



۱- کنترل کننده دور موتور و راه اندازی و توقف نرم پمپ

- کنترل کننده دور موتور یا AC Drive
- کاهش جریان راه اندازی به کمتر از ۱۰ درصد جریان نامی موتور
- جلوگیری از ایجاد پدیده کاویتاسیون با محدود کردن سرعت راه اندازی پمپ
- جلوگیری از ایجاد تلاطم در چاه و ریزش دیواره چاه در پمپهای شناور
- توقف نرم پمپ در زمان استپ و جلوگیری از ایجاد ضربه قوچی
- استارت و استپ پمپ بصورت نامحدود

۲- صرفه جویی در مصرف انرژی پمپ توسط کنترل کننده دور موتور

- صرفه جویی در مصرف انرژی با استفاده از کاهش سرعت پمپ
- صرفه جویی در مصرف انرژی با استفاده از افزایش ضریب توان سیستم
- صرفه جویی در مصرف انرژی با استفاده از پتانسیل ارتفاع آب بالای پمپ و کاهش دور موتور بدون کاهش هد

۳- تنظیم فشار خروجی و تثبیت فشار متناسب با مصرف

- ایجاد فشار ثابت در خروجی پمپ متناسب با مصرف بوسیله کنترل سرعت پمپ
- جلوگیری از آسیب دیدگی و ترکیدگی لوله ها بر اثر افزایش فشار ناگهانی

۴- تنظیم سطح مخازن ذخیره آب

- ثابت نگه داشتن سطح مخازن ذخیره آب با تنظیم سرعت پمپ

۵- قابلیت راه اندازی و کنترل چندین پمپ بصورت همزمان در ایستگاههای پمپاژ آب

- راه اندازی و کنترل سرعت پمپها بصورت پله ای متناسب با مصرف
- عدم نیاز به سیستمهای کنترل پیشرفته برای ایستگاههای پمپاژ
- تنظیم زمان کارکرد پمپها بصورت مساوی

۶- ساده تر شدن سیستم راه اندازی

- عدم نیاز به تابلو ستاره مثلث و حفاظتهای مختلف
- استفاده از تنها یک سری کابل کشی برای پمپ در مقایسه با دو سری کابلهای ستاره مثلث
- عدم نیاز به خازنهای اصلاح ضریب توان

۷- امکان هوشمند کردن سیستم های پمپ

۸- صرفه جویی در مصرف آب و امکان کنترل دبی و هد پمپ

۹- سافت استارتر یا راه انداز نرم موتور

۱۰- مزایا و معایب استفاده از درایو در مقایسه با سافت استارتر

۱۱- درایوهای سری MX مخصوص سیستمهای پمپ

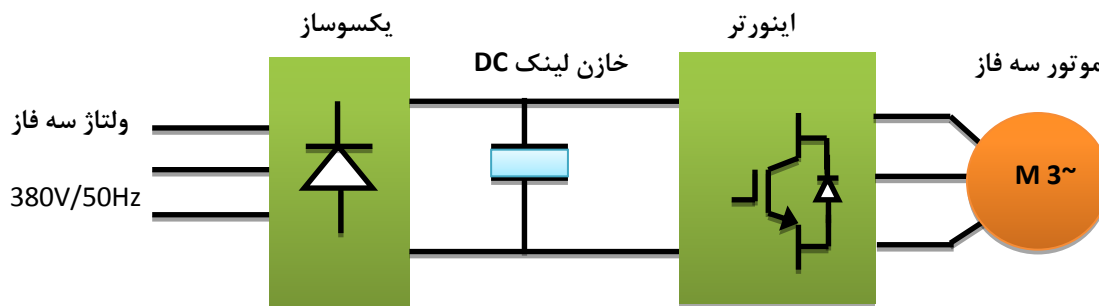
۱- کنترل کننده دور موتور و راه اندازی نرم و توقف نرم پمپ

• کنترل کننده دور موتور یا AC Drive

کنترل کننده دور موتور که به اصطلاح Inverter، AC Drive، VFD(Variable Frequency Drive) یا VSD(Variable Speed Drive) گفته می شود، دستگاهی است که برای تغییر سرعت موتورهای سه فاز بکار می رود.

برای تغییر دور موتور نیاز به تغییر فرکانس کار موتور می باشد. با توجه به فرمول $n = 60f/p$ (که در آن n سرعت موتور، f فرکانس برق شبکه و p تعداد قطبهای موتور می باشد) مشاهده می شود که برای تغییر سرعت n باید مقدار فرکانس f تغییر یابد.

از طرفی به دلیل اینکه جریان موتور متناسب با نسبت ولتاژ به فرکانس (v/f) اعمالی به موتور می باشد. پس کاهش فرکانس به تنهایی باعث افزایش جریان موتور می شود. بنابراین برای تغییر سرعت موتور نیاز می باشد که مقدار فرکانس و ولتاژ باهم تغییر یابند. در درایوها ولتاژ سه فاز اعمالی به موتور ابتدا توسط یکسوساز به ولتاژ DC تبدیل می گردد و پس از آن از روی ولتاژ DC یک ولتاژ AC با فرکانس و ولتاژ متغییر ایجاد شده و به موتور اعمال می گردد. تغییر فرکانس و ولتاژ توسط کاربر می تواند انجام گیرد که در نهایت بدینوسیله می توان سرعت موتور را کنترل نمود. درایو با تغییر فرکانس و ولتاژ، جریان و گشتاور راه اندازی موتور را ثابت نگه داشته، بنابراین برای راه اندازی تمام موتورها با بارهای مختلف سبک و سنگین مناسب می باشد.



امروزه استفاده از درایوها در صنایع مختلف بسیار رایج شده و مزایای بسیار زیادی مانند راه اندازی نرم موتورها و امکان کنترل سرعت متناسب با نیاز و صرفه جویی در مصرف انرژی دارند. همچنین درایوها دارای برنامه های پیشرفته کنترلی می باشند که برای کاربردهای مختلف در صنایع تهیه شده اند. یکی از کاربردهای درایوها در صنایع پمپ و سیستم های آب و فاضلاب می باشد. درایوها دارای برنامه های مختلفی برای کنترل پمپهای شناور و پمپهای گریز از مرکز می باشند و نیز می توان در ایستگاههای پمپاژ چندین پمپ موازی با هم را توسط یک درایو کنترل نمود.

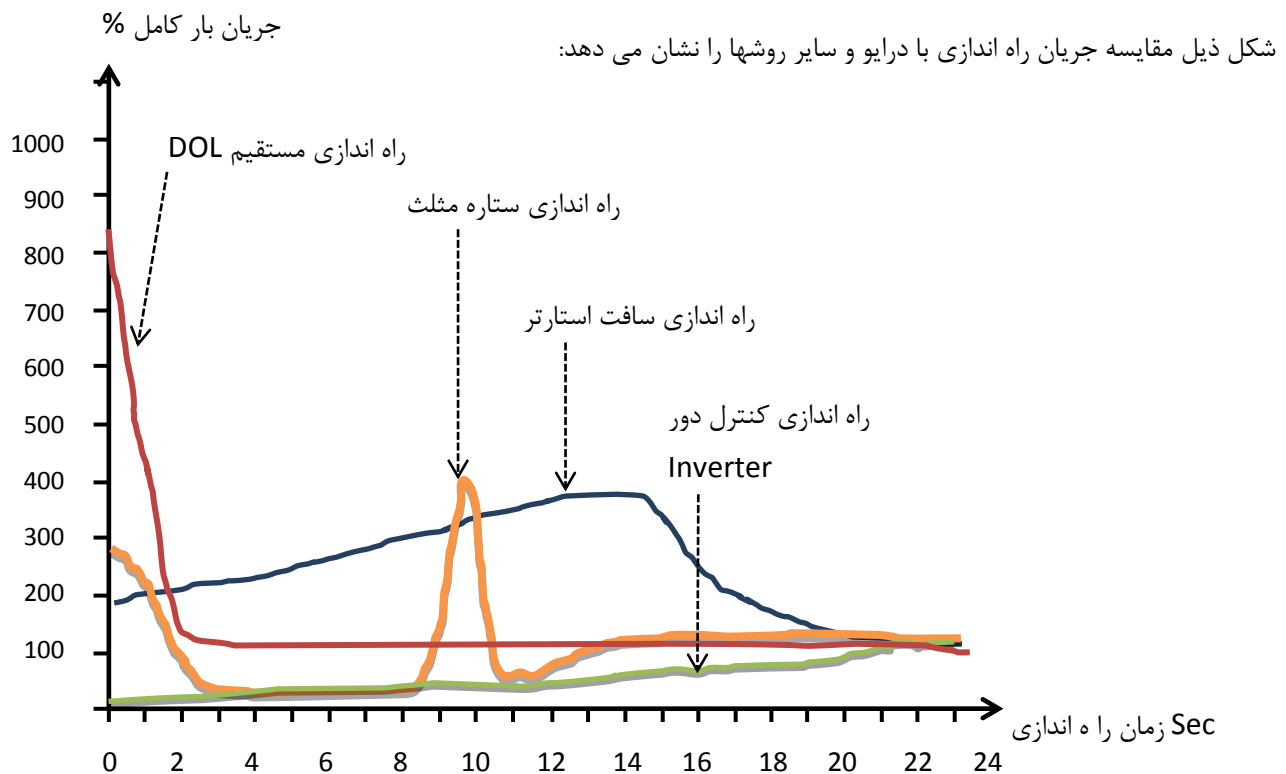
• کاهش جریان راه اندازی به کمتر از ۱۰ درصد جریان نامی موتور

کنترل کننده های دور موتور قادرند با افزایش تدریجی فرکانس، موتور را بصورت نرم راه اندازی نمایند که موجب می شود علاوه

بر کاهش تنشهای الکتریکی روی شبکه، از شوکهای مکانیکی به پمپ نیز جلوگیری می شود. این شوکهای مکانیکی می تواند باعث

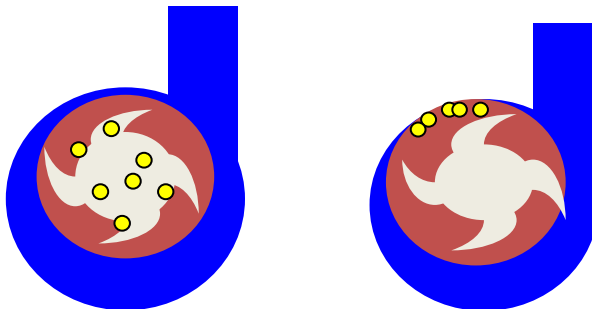
استهلاک سریع قسمتهای مکانیکی موتور و پمپ نظیر بلبرینگهای موتور و پروانه پمپ شوند. راه اندازی نرم هزینه های نگهداری را کاهش داده و باعث افزایش عمر مفید موتور و پمپ و سایر تجهیزات مکانیکی خواهد شد. جریان کشیده شده از شبکه در هنگام راه اندازی موتور با استفاده از درایو کمتر از ۱۰٪ جریان اسمی موتور است.

در حالیکه در راه اندازی مستقیم پمپ جریان راه اندازی بالای ۶۰۰٪ جریان نامی موتور می باشد. در حالت ستاره مثلث نیز هنگام سوئیچ از ستاره به مثلث جریان بسیار زیادی بالای ۴۰۰٪ از شبکه کشیده می شود. حتی در راه اندازی توسط سافت استارتر نیز جریان راه اندازی حدود ۳۰۰٪ می باشد.



• جلوگیری از ایجاد پدیده کاویتاسیون با محدود کردن سرعت راه اندازی پمپ

با محدود کردن سرعت راه اندازی در پمپها، توسط کنترل کننده ها ، پدیده کاویتاسیون در زمان راه اندازی تحت کنترل در می آید. کاویتاسیون به دلیل کاهش فشار در قسمت مکش پمپ و تبخیر مایع ایجاد می گردد. یکی از دلایل ایجاد کاویتاسیون استارت ناگهانی پمپ و دور گرفتن سریع پره هاست . این امر باعث می شود در پشت پره ها خلاء ایجاد شده و آب در داخل آن فضا بسرعت تبخیر شود، پس از دور گرفتن کامل پمپ ترکیدن این حبابهای بخار و شتاب ذرات آب اطراف آن ، منجر به خوردگی شدید پره ها و افزایش صدا و لرزش در پمپ میشود. با راه اندازی توسط درایو سرعت پمپ به آرامی افزایش می یابد و در نتیجه از ایجاد کاویتاسیون جلوگیری می شود. و باعث افزایش عمر پمپ می گردد.



• جلوگیری از ایجاد تلاطم در چاه و ریزش دیواره چاه در پمپهای شناور

با استفاده از دستگاه کنترل کننده دور با افزایشی تدریجی سرعت موتور و پمپ می توان از تلاطم دورانی ناگهانی آب در داخل چاه که باعث ریزش دیواره چاه میشود جلوگیری نمود. همچنین این امر منجر به استهلاک کمتری در کفگردهای الکتروپمپهای شناور چاه عمیق میشود. همچنین در هنگام استپ پمپ نیز با کاهش تدریجی سرعت پمپ از ایجاد ضربه و تلاطم در چاه جلوگیری می شود.

• توقف نرم پمپ در زمان استپ و جلوگیری از ایجاد ضربه قوچی

کنترل کننده ها زمان توقف پمپ را افزایش داده و با توقف تدریجی در پمپها باعث میشوند که انرژی پتانسیل آب بتدریج میرا شود و بدین ترتیب ضمن جلوگیری از ضربه ، از نوسانات مکانیکی بعدی که در لوله ها و شیرها و اتصالات و... ایجاد میشود جلوگیری می شود ، که این امر موجب کاهش استهلاک پمپ ، شیرآلات ، اتصالات و سایر اجزاء مکانیکی پمپ میشود.

• استارت و استپ پمپ بصورت نامحدود

به دلیل اینکه جریان راه اندازی پمپ توسط درایو پایین می باشد و پمپ بصورت نرم راه اندازی می گردد و تنشهای الکتریکی و مکانیکی هنگام راه اندازی پمپ وجود ندارد، بنابراین تعداد دفعات راه اندازی و استارت و استپ پمپ توسط درایو نامحدود می باشد و حتی می توان هر چند دقیقه یکبار پمپ را استارت و استپ نمود.

۲- صرفه جویی در مصرف انرژی پمپ توسط کنترل کننده دور موتور

• صرفه جویی در مصرف انرژی با استفاده از کاهش سرعت پمپ

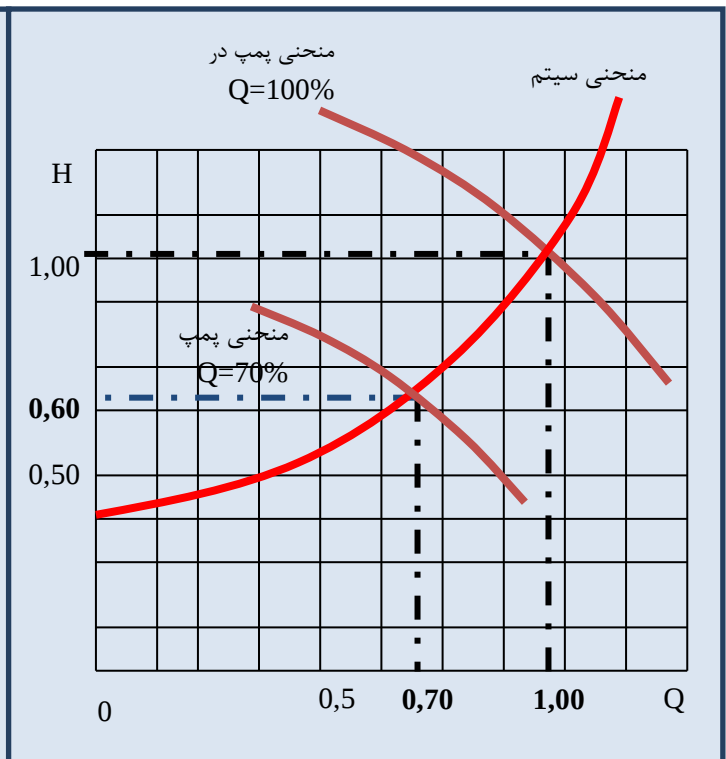
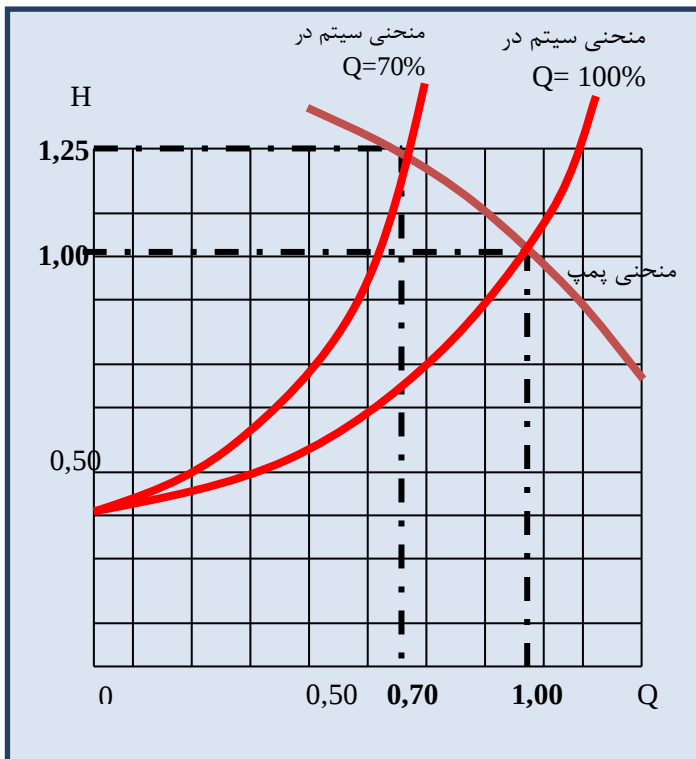
انرژی مصرفی یک پمپ بستگی به سرعت دورانی آن دارد و پمپها در سرعت نامی که دبی و هد نامی پمپ بدست می آید، بیشترین انرژی را مصرف می نمایند. معمولاً پمپها برای شرایط دبی ماکزیمم انتخاب می شوند ولی باید توجه داشت که همیشه دبی حداکثر نیاز نمی باشد و با توجه به نیاز مصرف می توان سرعت پمپ را تغییر داد. با استفاده از کنترل کننده های دور موتور و کاهش تنها ۱۵ درصد دور می توان به میزان ۴۰ درصد در مصرف انرژی پمپ صرفه جویی کرد. از نظر تئوری نیز کاهش دور

پمپ تاثیر زیادی در انرژی مصرفی آن دارد. توان مفید پمپ برابر است با: $P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$

ρ جرم مخصوص (kg/m^3)، H ارتفاع (m)، Q دبی (m^3/s)، g شتاب جاذبه (m/s^2)

کنترل دبی از طریق Valve

کنترل دبی با استفاده از درایو



کنترل دبی با شیر:

$$P = 1.0 \times 1.0 = 1.0$$

توان مصرفی در نقطه نامی :

توان مصرفی در دبی $Q = 70\%$:

$$P = 0.7 \times 1.25 = 0.875 \rightarrow 12.5 \text{ درصد کاهش مصرف}$$

کنترل دبی با درایو:

$$P = 1.0 \times 1.0 = 1.0$$

توان مصرفی در نقطه نامی:

توان مصرفی در دبی $Q = 70\%$:

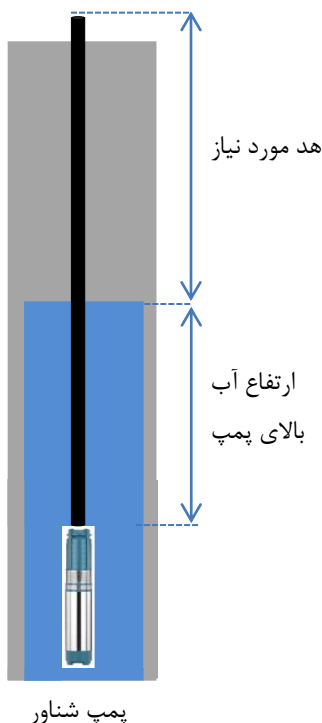
$$P = 0.7 \times 0.6 = 0.42 \rightarrow 58 \text{ درصد کاهش مصرف}$$

همانطور که در شکل های فوق مشاهده می کنید برای دستیابی به دبی مورد نظر از دو روش کنترل دبی با استفاده از شیر و کنترل با استفاده از درایو استفاده شده است. در روش کنترل دبی با شیر میزان توان مصرفی ۸۷۵٪ درصد و در کنترل دبی با درایو توان مصرفی ۴۳٪ درصد توان نامی می باشد. بنابراین از نظر تئوری نیز مشخص می شود که تغییر دور پمپ برای کنترل دبی مقدار خیلی بیشتری در صرفه جویی انرژی موثر می باشد.

• صرفه جویی در مصرف انرژی با استفاده از افزایش ضریب توان سیستم نزدیک به یک

کنترل کننده های دور موتور توان راکتیو ناچیزی از شبکه میکشند و ضریب توان سیستم را افزایش داده و نزدیک به یک می کنند. بنابراین هزینه های ناشی از مصرف توان راکتیو توسط پمپ کاهش می یابد و باعث صرفه جویی در مصرف انرژی خواهد شد.

• استفاده از پتانسیل ارتفاع آب بالای پمپ و کاهش دور موتور بدون کاهش هد پمپ و صرفه جویی در مصرف انرژی



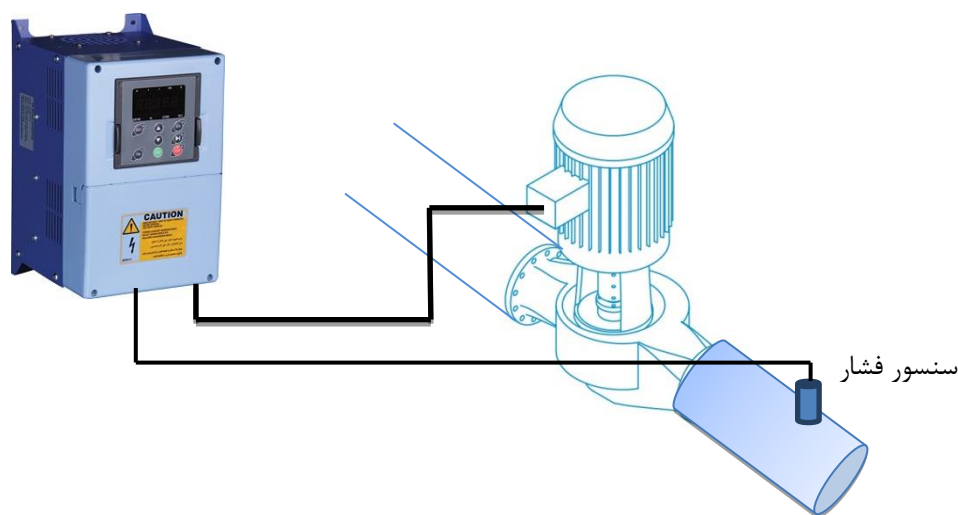
در چاههای آب که از پمپهای شناور استفاده می گردد در بیشتر مواقع پمپها در سرعت نامی خود کار می کنند و نیازی به تغییر دور پمپ نمی باشد زیرا این پمپها معمولا آب را به یک مخزن ذخیره پمپاژ می نمایند و هر زمان مخزن پر شود ، پمپ استپ خواهد شد. باید توجه داشت که حتی در این موارد نیز می توان سرعت پمپ را کاهش داد و در انرژی صرفه جویی کرد. معمولا پمپها در پایین ترین قسمت چاه نصب می شوند و در انتخاب هد پمپ ارتفاع کل چاه را در نظر می گیرند . باید توجه داشت که معمولا ارتفاع آب بالای پمپ زیاد است و در مواردی تا ۷۰ متر روی پمپ آب وجود دارد. از آنجا که هد پمپ برابر با هد خروجی منهای هد ورودی پمپ می باشد بنابراین می توان با کاهش دور پمپ و با در نظر گرفت ارتفاع آب بالای پمپ ، همان هد مورد نظر در خروجی را بدست آورد و از این راه در

مصرف انرژی نیز صرفه جوی نمود. مثلاً اگر ارتفاع آب بالای پمپ ۵۰ متر است می توان سرعت پمپ را تا حدی که هد آن ۵۰ متر کاهش یابد کم کرد بدون اینکه هد خروجی پمپ تغییری نماید.

۳- تنظیم فشار خروجی و تثبیت فشار متناسب با مصرف

- ایجاد فشار ثابت در خروجی پمپ متناسب با مصرف بوسیله کنترل سرعت پمپ

در خیلی از موارد مصرف آب خروجی پمپ متغیر می باشد و در طول شبانه روز تغییر می نماید. در این موارد اگر سرعت پمپ ثابت بماند و مصرف آب کاهش یابد باعث افزایش فشار خروجی پمپ خواهد شد. کنترل کننده دور موتور این مشکل را رفع می نماید. برای اینکار یک سنسور فشار در خروجی پمپ نصب می شود و سیگنال آن به درایو داده می شود. درایو متناسب با مصرف و بر اساس فشار ست پوینت تنظیمی خود، دور پمپ را تغییر داده و فشار خروجی را همیشه در یک مقدار ثابت نگه می دارد.



- جلوگیری از آسیب دیدگی و ترکیدگی لوله ها بر اثر افزایش فشار ناگهانی

اگر کنترلی بر فشار خروجی پمپ نباشد در زمان استارت پمپ و نیز مواقعی که مصرف آب خروجی قطع شود ممکن است فشار خروجی پمپ به شدت افزایش یافته و باعث آسیب رسیدن و یا ترکیدن لوله ها و شیر آلات خروجی پمپ شود و حتی ممکن است به خود پمپ آسیب وارد شود. این مشکلات با استفاده از درایو برطرف خواهد شد. و درایو چه در زمان راه اندازی پمپ و چه در زمان کاهش مصرف می توان فشار خروجی را تحت کنترل درآورد.

۴- تنظیم سطح مخازن ذخیره آب

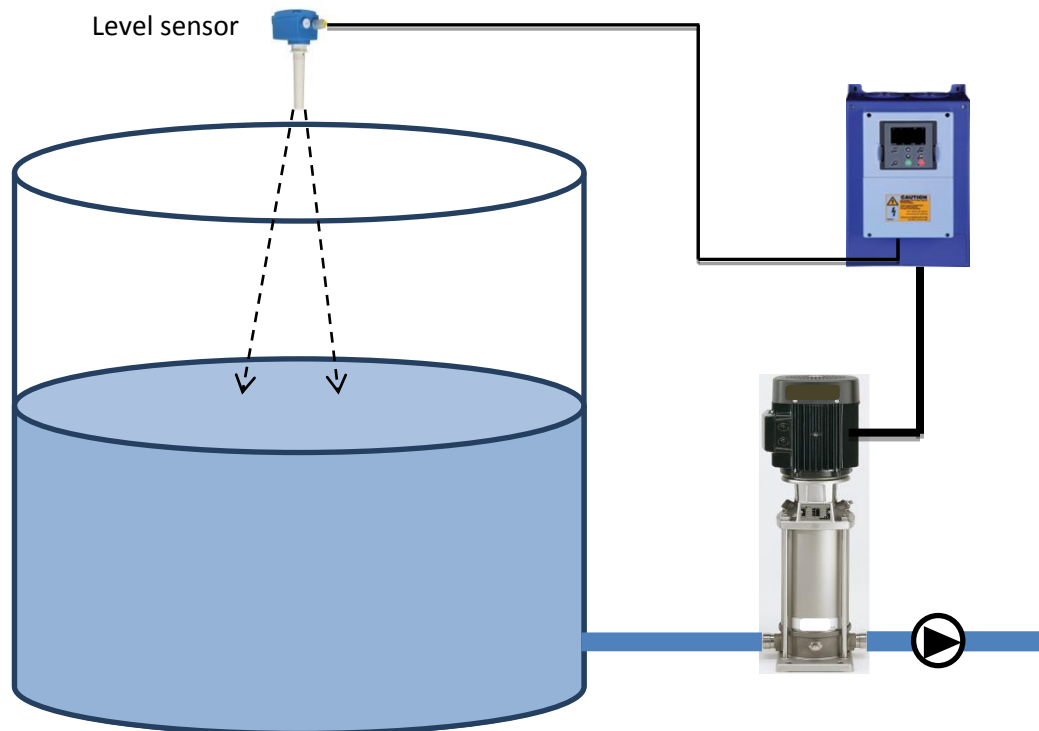
- ثابت نگه داشتن سطح مخازن ذخیره آب با تنظیم سرعت پمپ

با استفاده از درایو می توان سطح مخازن آب را کنترل نمود. درایو دارای سیستم Level control می باشد و می تواند سطح آب را در مقداری ثابت نگه دارد. درایو این کار را با استفاده از یک سنسور سطح انجام می دهد.

این کار در هر دو حالت امکان پذیر است :

اول حالتی که پمپ وظیفه پر کردن مخزن را دارد و یا باید آب مخزن را در یک سطح ثابت نگه دارد.

دوم حالتی که پمپ آب را از مخزن به جای دیگری پمپ می کند و باید مقدار آب پمپاژ شده متناسب با سطح آب مخزن باشد. یعنی اگر سطح آب مخزن کاهش می یابد ، پمپ باید آب کمتری پمپاژ نماید و اگر آب سطح مخزن افزایش می یابد ، پمپ باید آب بیشتری پمپاژ نماید تا سطح آب مخزن کنترل شود.



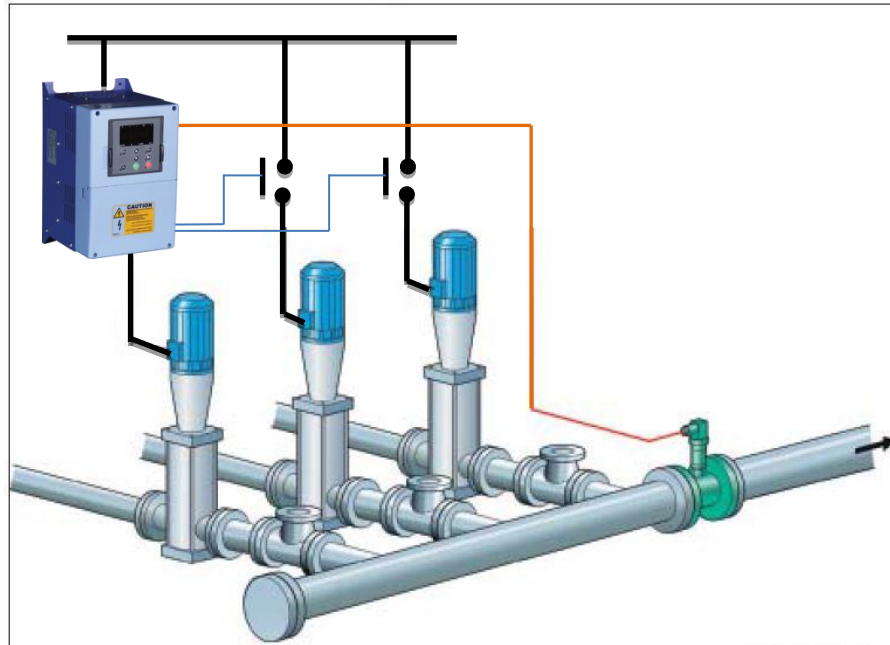
۵- قابلیت راه اندازی و کنترل چندین پمپ بصورت همزمان در ایستگاههای پمپاژ آب

- راه اندازی و کنترل سرعت پمپها بصورت پله ای متناسب با مصرف
- عدم نیاز به سیستمهای کنترل پیشرفته برای ایستگاههای پمپاژ
- تنظیم زمان کارکرد پمپها بصورت مساوی

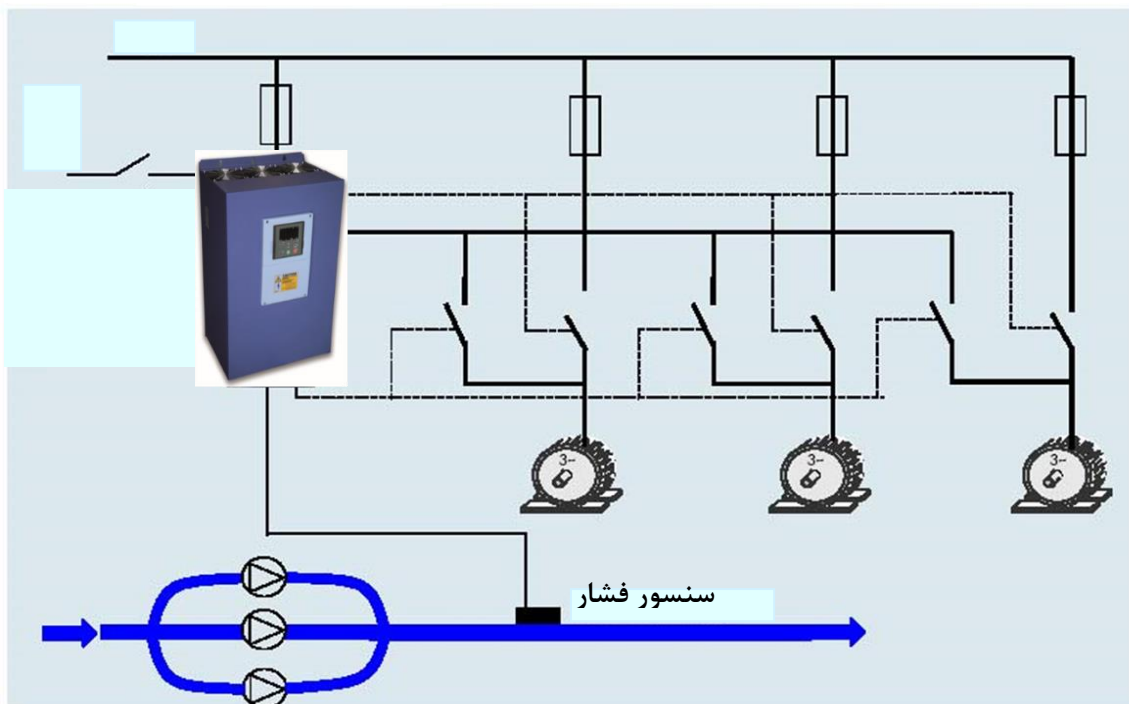
اینورترهای سری MX مخصوص سیستمهای پمپ طراحی شده اند و در سیستمهایی که چندین پمپ بصورت موازی با هم کار می کنند استفاده می شود. در کاربرد پمپ متناسب با مصرف باید فشار خروجی سیستم با استارت پمپ ها و تنظیم دور آنها ثابت بماند. بنابراین دیگر نیازی به سیستمهای جانبی کنترل نظیر PLC نمی باشد و کنترل تمام مجموعه توسط خود اینورتر انجام می گیرد. تنها یک سنسور

فشار در خروجی پمپها نصب می شود و متناسب با مصرف آب درایو تعداد پمپهای مورد نیاز را وارد مدار می کند و با تنظیم دور پمپ ها فشار را در مقدار ثابت نگه می دارد. این سیستم به دو روش مورد استفاده قرار می گیرد:

- ۱- یکی از پمپها توسط درایو کنترل می شود و سرعت آن تغییر می کند و فرمان پمپهای دیگر توسط درایو ارسال می شود و آنها بصورت مستقیم با برق شبکه کار می کنند. درایو از طریق رله های خروجی خود فرمان استارت و استپ پمپها را ارسال می نماید.



- ۲- در روش دوم همه پمپها توسط درایو راه اندازی می شوند. درایو پمپ اول را راه اندازی کرده و با تنظیم دور آن فشار را کنترل می نماید. اگر پمپ اول به سرعت نامی برسد ولی فشار خروجی همچنان پایین باشد، درایو آن پمپ را تحویل شبکه داده و پمپ دوم را بصورت نرم راه اندازی می نماید و با تنظیم دور آن فشار را کنترل می نماید اگر باز هم فشار پایین بود پمپ دوم نیز تحویل شبکه شده و سومین پمپ توسط درایو راه اندازی می گردد و به همین ترتیب سایر پمپها. در صورتیکه فشار بالا باشد درایو بصورت برعکس سرعت پمپ ها را کاهش داده و از شبکه خارج می نماید.



۶- ساده تر شدن سیستم راه اندازی و کنترل

- عدم نیاز به تابلو ستاره/ مثلث و حفاظت‌های مختلف

در تابلوهای ستاره/ مثلث برای کنترل یک پمپ باید چندین کنتاکتور برای حالت ستاره مثلث استفاده شود و نیز کلید فیوز و حفاظت‌های مختلف موتور باید نصب گردد. در حالیکه با استفاده از اینورتر نیاز به نصب هیچ کنتاکتوری نمی باشد و تمام حفاظت‌های موتور توسط درایو و بصورت خیلی پیشرفته تر انجام می شود. و در کل تابلو کنترل پمپ بسیار ساده تر خواهد شد.

- استفاده از تنها یک سری کابل کشی برای پمپ در مقایسه با دو سری کابل‌های ستاره/ مثلث و صرفه جویی در هزینه ها

در راه اندازی بصورت ستاره/مثلث باید دو سری کابل کشی یکی برای حالت ستاره و دیگری برای حالت مثلث انجام گیرد. در حالیکه در راه اندازی توسط درایو فقط نیاز به نصب یک سری کابل کشی می باشد و باعث صرفه جویی در هزینه ها خواهد شد.

- عدم نیاز به خازن‌های اصلاح ضریب توان

به دلیل اینکه درایوها توان راکتیو مصرف نمی کنند بنابراین نیاز به نصب خازن‌های اصلاح ضریب توان برای موتور نمی باشد و می توان در هزینه های نصب صرفه جویی کرد.

۷- امکان هوشمند کردن سیستم های پمپ

• تنظیم فشارهای متفاوت برای ساعت های مختلف شبانه روز

در درایوهای مدل MX می توان برای ساعت های مختلف شبانه روز که مصرف آب متغیر می باشد فشارهای مختلفی تنظیم نمود و این فشارها بصورت اتوماتیک و با رسیدن به ساعت های مورد نظر انتخاب می شوند.

مثلا برای ساعت های نیمه شب که مصرف آب کم می باشد می توان فشار پائینتری تنظیم نمود.

و صرفه جویی بیشتری در مصرف انرژی انجام داد. در درایوهای MX تا ۸ فشار مختلف برای ساعت های متفاوت می توان تنظیم کرد.

• کنترل هوشمند پمپها با نصب تجهیزات اضافی

با استفاده از درایو امکان هوشمند سازی و کنترل از راه دور پمپ ها امکان پذیر می باشد. درایو امکان کنترل ریموت بصورت شبکه فیلد باس دارد و می توان پمپها را از یک مرکز ، کنترل نمود.

همچنین بر روی چاههای خارج از شهر نیز امکان نصب سیستم های هوشمند سازی فراهم می باشد و با استفاده از آنها می توان فرمانهای استارت/استپ و نیز تغییر دور پمپ را صادر نمود. این سیستم های هوشمند معمولا بصورت ارسال SMS از طریق موبایل و دریافت و اجرای آن توسط درایو عمل می نمایند.

۸- صرفه جویی در مصرف آب و امکان کنترل دبی و هد پمپ

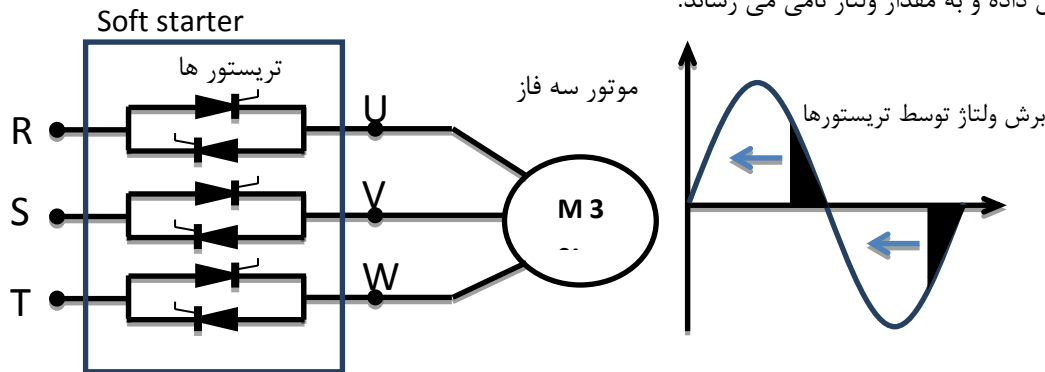
امروزه به دلیل مشکلات کم آبی ، کنترل مصرف آب از اهمیت بسیاری برخوردار می باشد. با نصب درایو بر روی پمپ و کنترل دبی خروجی آن متناسب با مصرف می توان مصرف آب را مدیریت نمود. به عنوان مثال با تغییر فشار خروجی برای ساعات مختلف شبانه روز می توان باعث صرفه جویی در مصرف آب شد. همچنین با هوشمند سازی و کنترل مرکزی پمپها نیز می توان مدیریت بهتری در مصرف آب نمود.

همچنین در بهره برداری آب از چاهها نیز می توان با مدیریت و کنترل دبی خروجی آنها از کاهش ذخایر زیرزمینی تا حدودی جلوگیری نمود.

۹- سافت استارتر یا راه انداز نرم موتور

سافت استارتر Soft Starter یا راه انداز نرم موتور دستگاهی است که جریان راه اندازی موتور را کاهش داده و موتور را بصورت نرم راه اندازی می نماید. سافت استارتر در واقع ولتاژ اعمالی به موتور را کاهش داده و از ولتاژ کم به صورت تدریجی مقدار ولتاژ را افزایش می دهد و به موتور اعمال می نماید. با کاهش مقدار ولتاژ ، جریان راه اندازی موتور نیز کاهش می یابد. سافت استارتر تغییری در فرکانس نمی دهد و تنها مقدار ولتاژ را در زمان راه اندازی کاهش می دهد و پس از راه اندازی نیز ولتاژ موتور به مقدار ولتاژ نامی خواهد رسید. بنابراین طبق رابطه جریان با نسبت v/f ، اگر فقط

مقدار ولتاژ کاهش یابد و فرکانس ثابت بماند، جریان و در نتیجه گشتاور موتور کم خواهد شد. بنابراین سافت استارتر برای راه اندازی تمام موتورها مناسب نمی باشد و در سیستمهایی که نیاز به گشتاور راه اندازی بالا می باشد، سافت استارتر کارایی ندارد. سیستمهای مانند پمپ و فن که گشتاور راه اندازی پایینی نیاز دارند می توانند توسط سافت استارتر راه اندازی گردند. سافت استارتر بوسیله برش ولتاژ سه فاز مقدار ولتاژ را کاهش می دهد و بصورت تدریجی آنرا افزایش داده و به مقدار ولتاژ نامی می رساند.



سافت استارتر به دلیل اینکه سیستم ساده تری نسبت به درایو دارد بنابراین هزینه های ساخت آن کمتر می باشد و در نتیجه معمولاً قیمت تمام شده آنها نیز کمتر از درایو می باشد. در استفاده از سافت استارتر نیز مانند درایو فقط به یک سری کابل برای موتور نیاز می باشد. ولی برای کاهش مصرف توان راکتیو باید در ورودی سافت استارتر، خازنهای اصلاح ضریب توان استفاده نمود. سافت استارتر علاوه بر کنترل جریان راه اندازی هنگام استارت می تواند جریان راه اندازی را هنگام استپ موتور نیز کنترل نماید، بنابراین می تواند موتور را بصورت نرم استپ نماید. همچنین سافت استارتر می تواند پس از راه اندازی موتور بای پس شود و از مدار خارج گردد. و نیز می تواند در پمپهای موازی، پمپها را بصورت تک تک راه اندازی کرده و تحویل شبکه اصلی دهد. هنگام راه اندازی پمپ تمام حفاظتهای موتور توسط سافت استارتر انجام می گیرد و نیاز به نصب سیستمهای حفاظتی جداگانه نمی باشد. سافت استارتر به دلیل اینکه شکل موج ولتاژ خروجی آن پس از راه اندازی بصورت کاملاً سینوسی در می آید بنابراین هیچ گونه نویز الکترومغناطیسی و هارمونیک در شبکه ایجاد نمی کند و بر روی سایر تجهیزات تاثیر بد نمی گذارد.

۱۰- مزایا و معایب استفاده از درایو در مقایسه با سافت استارتر

- سافت استارتر ها یا راه اندازهای نرم فقط جریان راه اندازی پمپها را کنترل می نمایند و امکان تغییر سرعت پمپ را ندارند. همچنین جریان راه اندازی آنها نیز معمولاً ۳۰۰ درصد جریان نامی موتور باشد بنابراین از نقطه نظر راه اندازی نیز درایو بسیار بهتر از سافت استارتر عمل می نماید و با جریان حدود ۱۰ درصد جریان موتور، راه اندازی انجام می شود.

- راه اندازی در درایو با تنظیم شیب راه اندازی بصورت زمانهای واقعی انجام می شود. و می توان زمان راه اندازی را از چند ثانیه تا چندین ساعت تنظیم نمود. در حالیکه در راه انداز نرم موتور نمی توان زمان راه اندازی را دقیقاً تنظیم نمود و ملاک فقط کنترل جریان راه اندازی می باشد.
- در چاههای آبی که مشکل ماسه دهی دارند و راه اندازی آنها باید در زمان طولانی و با شیب ملایم انجام گیرد فقط باید از درایو استفاده نمود و سافت استارتر نمی تواند در این موارد استفاده گردد.
- پس از راه اندازی توسط سافت استارتر هیچگونه کاهش مصرف در انرژی انجام نمی شود و تغییری در ضریب توان موتور نیز ایجاد نمی شود. در حالیکه درایو هم با اصلاح ضریب توان و هم با کاهش دور پمپ می تواند باعث کاهش مصرف انرژی شود.
- سافت استارتر امکان تثبیت فشار خروجی پمپ را ندارد و نیز امکان کنترل چندین پمپ توسط سافت استارتر نیز فراهم نمی باشد.
- در راه اندازی پمپهای شناور توسط درایو می توان چندین شیب مختلف راه اندازی تعریف نمود. یک شیب راه اندازی سریع کمتر از ۳ ثانیه برای رسیدن سرعت پمپ شناور به $2/3$ سرعت نامی خود (جهت جدا شدن کفگرد پمپ) و یک شیب راه اندازی با زمان دلخواه برای رسیدن سرعت پمپ از $2/3$ به سرعت نامی پمپ. در حالیکه سافت استارتر فقط با یک شیب یکسان پمپ را راه اندازی می نماید.
- از معایب درایو در مقایسه با سافت استارتر ایجاد نویزهای الکترومغناطیسی و هارمونیک بر روی شبکه می باشد که ممکن است باعث ایجاد اختلال در کار سایر سیستمهای جانبی گردد. البته با رعایت اصول استاندارد در نصب و بهره برداری از درایو مقادیر نویز و هارمونیک بسیار کاهش می یابد و اختلالی در سایر تجهیزات ایجاد نمی شود.
- از دیگر موارد درایو محدودیت در فاصله موتور تا درایو می باشد و معمولاً باید طول کابلهای موتور کمتر از ۳۰۰ متر باشد.
- معمولاً در درایوها توصیه می شود برای کاهش امواج الکترومغناطیسی و برای حفاظت بیشتر موتور وقتی طول کابل زیاد باشد از فیلترهای مخصوص در ورودی و خروجی درایو استفاده شود و نیز از کابلهای شیلددار برای موتور استفاده گردد. که البته اینها هزینه های نصب را مقداری افزایش می دهد.
- امروزه با پیشرفت صنعت الکترونیک و الکترونیک قدرت و کاهش قیمت المانهای آنها، قیمت تمام شده درایوها نیز کاهش یافته و از نظر اقتصادی نیز استفاده از درایو بجای سافت استارتر توجیه پذیر شده است و در بعضی توانها قیمت درایو با سافت استارتر برابری می نماید.
- با توجه به مزایای بسیار زیاد استفاده از درایو بر روی پمپ توصیه می شود بجای سیستمهای سنتی راه اندازی مانند ستاره/مثلث یا سافت استارتر، حتماً از درایو استفاده گردد. که هم موجب کاهش مصرف انرژی و هم موجب کاهش هزینه های نگهداری و تعمیرات خواهد شد. و تنها از همین صرفه جویی ها هزینه خود درایو در مدت زمان کوتاهی برخواهد گشت.

درایوهای سری MX مخصوص سیستمهای پمپ

اینورترهای سری MX مخصوص سیستمهای پمپ طراحی شده اند. و در سیستمهایی که چندین پمپ بصورت موازی با هم کار می کنند استفاده می شود. در کاربرد پمپ متناسب با مصرف باید فشار خروجی سیستم با استارت پمپ ها و تنظیم دور آنها ثابت بماند. بنابراین دیگر نیازی به سیستمهای جانبی کنترل نظیر PLC نمی باشد و کنترل تمام مجموعه توسط خود اینورتر انجام می گیرد.

برای این منظور از یک کارت آپشن رله که ۸ عدد رله کنترلی روی آن قرار دارد استفاده می گردد. در ضمن ۳ عدد رله نیز بر روی برد کنترل اینورتر موجود است و مجموعاً ۱۱ رله کنترل در دسترس می باشد.



مشخصه های اصلی دستگاه

- رنج ولتاژ ورودی: $380V \pm 15\%$
- رنج فرکانس ورودی: $47 \sim 63\text{Hz}$
- رنج توان: $4 \sim 132\text{kW}$
- رنج ولتاژ خروجی: صفر تا ولتاژ نامی ورودی
- راکتور DC داخلی در توانهای $18.5\text{kW} \sim 90\text{kW}$

مشخصات مخصوص کنترل پمپ

- کنترل چندین پمپ موازی، بصورت همزمان و ثابت نگه داشتن مقدار فشار یا دبی سیستم
- تا سه پمپ بدون کارت آپشن کنترل می شود و با کارت آپشن تا ۹ پمپ قابل کنترل می باشد.
- دارای ساعت داخلی می باشد تا امکان کنترل فشار بر اساس زمان و قابلیت بالا وجود داشته باشد
- وقتی دبی کمتر از حد لازم باشد سیستم بصورت اتوماتیک متوقف می شود و در حالت آماده بکار می ماند.

- کنترل پمپ نرمال، پمپ دور من و پمپ لجن کش ، تا ۸ پمپ مختلف بصورت اتوماتیک بر اساس فیدبک فشار
- جریان نامی هر پمپ بصورت جداگانه ذخیره می شود تا حفاظت های لازم انجام گیرد.
- تابع جابجایی پمپ ها بر اساس زمان که باعث می شود زمان کارکرد پمپها یکسان باشد.
- دارای تابع تعقیب سرعت جهت استارت موتوری که در حال چرخش است.
- تابع sleep و wake up جهت خاموش و روشن شدن موتور به هنگام قطع کل بار سیستم پمپ

مشخصه I/O کنترل

- هشت ورودی دیجیتال قابل برنامه ریزی
- دو ورودی آنالوگ (AI1,AI2) 0~10V یا 0~20mA (4)0
- سه رله خروجی و قابل توسعه با کارت آپشن هشت رله اضافی دیگر
- یک خروجی آنالوگ 0~20mA یا 0~10V
- خروجی مد باس RS485
- اینترفیس جهت پانل خارجی

توابع کنترل اصلی

- مد کنترل V/F
- ظرفیت اضافه جریان: ۶۰ ثانیه با ۱۲۰٪ اضافه جریان یا ۱۰ ثانیه ۱۵۰٪ اضافه جریان
- رنج تنظیم سرعت: نسبت 1:100
- فرکانس Carrier : 1kHz ~ 16.0kHz
- رفرنس سرعت: کی پد، ورودی آنالوگ، ارتباط سریال مدباس
- فرمان حرکت : از روی پانل (KeyPad) و یا ترمینالهای دیجیتال ویا دریافت فرمان از طریق مدباس
- قابلیت تزریق جریان DC جهت ترمز دینامیکی در استارت و استپ
- تابع رگوله ولتاژ (AVR) به هنگام تغییرات ولتاژ ورودی
- تشخیص ۲۶ نوع فالت شامل اضافه جریان و ولتاژ کم و خطای فاز و غیره

اینورتر سری MX با پرفورمنس کنترل فشار در سیستمهای پمپ انتقال آب ، تغذیه آب شیرین و کنترل سطح مخازن و تابع زمانی ساعت در جهت برآوردسازی تابع های زمانی سیستمهای پمپ طراحی شده است. توابع اصلی این کنترل دورها در ذیل آمده است.

جهت کنترل فشار در پمپها از سنسور فشار استفاده می گردد. جهت توضیحات پارامترها و نصب به کتابچه نصب و راه اندازی مراجعه نمائید.

سیستم کنترل موتور پمپ ها به دو شکل ذیل می تواند استفاده گردد:

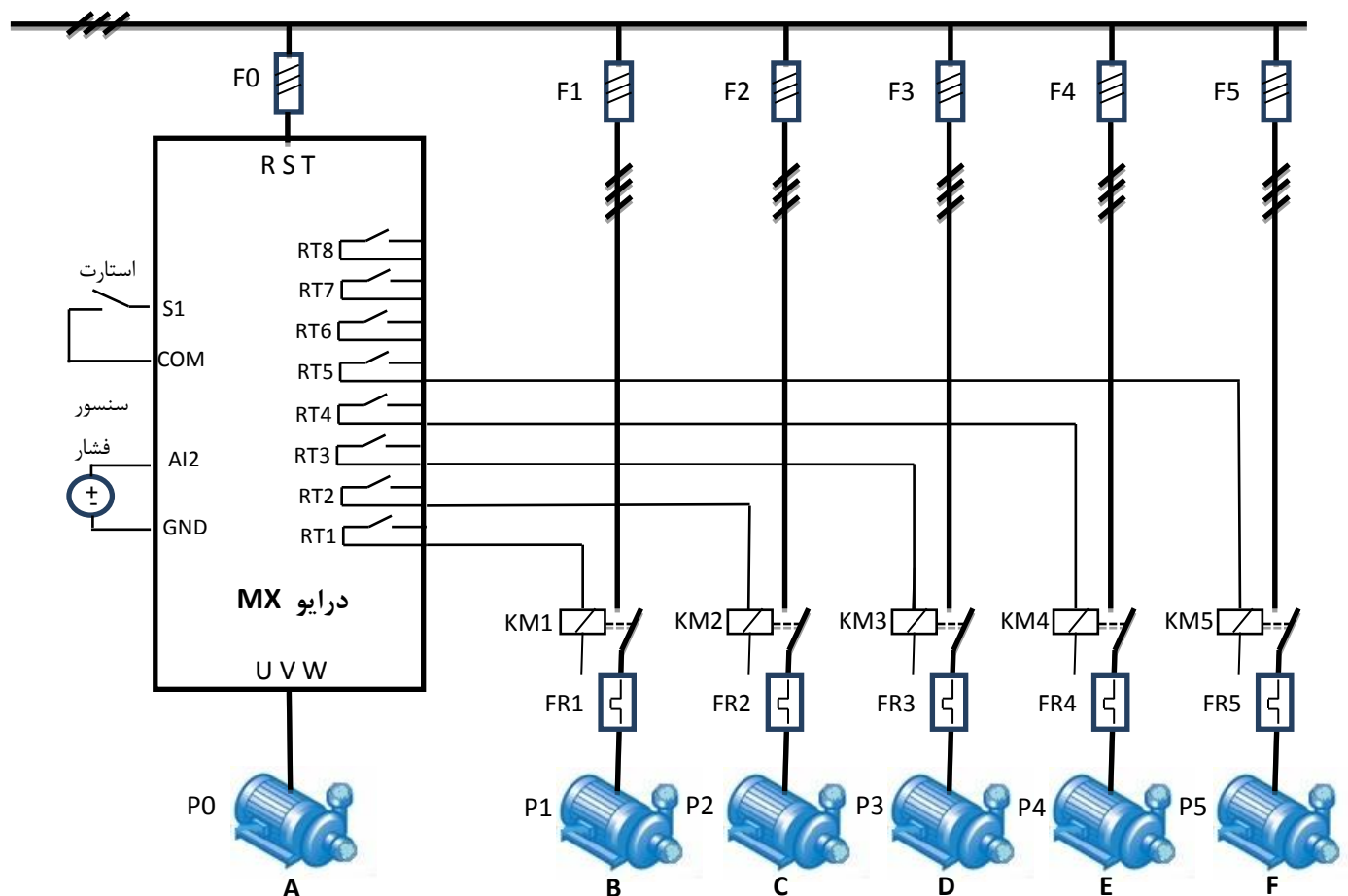
الف - یک موتور پمپ بصورت دور متغیر و تحت کنترل درایو و نه دستگاه الکتروموتور پمپ بصورت دور ثابت و بصورت راه اندازی مستقیم با شبکه یا ستاره/مثلث یا با راه انداز نرم موتور استارت و استپ میشوند.

در نرم افزار نه الکتروموتور با لیبیل "A, B, C, D, E, F, G, H, I" شناخته میشود و در صورت عدم استفاده از کارت اضافی یک الکتروموتور توسط خود درایو کنترل سرعت شده و تنها دو الکتروموتور با لیبیل "H" و "I" توسط دو رله روی برد کنترل به شبکه و رله سوم روی همین برد بعنوان فرمان پمپ کوچک سوم میتواند جهت تامین فشار رفرنس، به هنگام Sleep بعنوان Dormancy Pump استفاده شود.

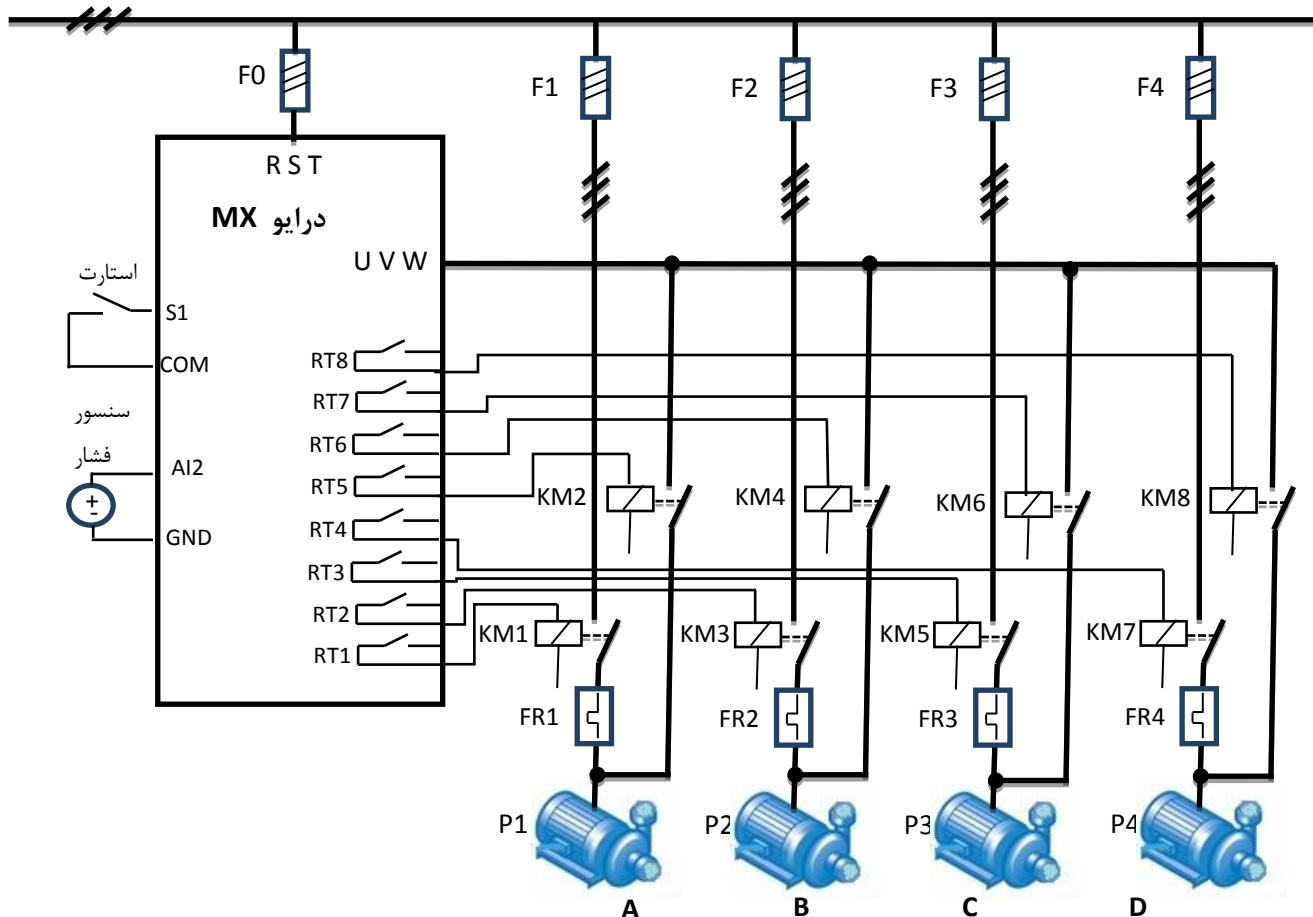
در ادامه توضیحات مربوط به کنترل کاربرد پمپ آمده است.

کنترل یک پمپ توسط درایو و استارت سایر پمپها بصورت مستقیم با شبکه:

در شکل زیر پمپ "A" تحت کنترل درایو میباشد. و سایر پمپ ها بصورت مستقیم و با دور ثابت استارت می شوند. لازم به ذکر است سری MX میتواند ده پمپ متشکل از یک پمپ تحت کنترل درایو و نه پمپ متصل به شبکه (۱+۹) را تحت کنترل فشار رفرنس کنترل نماید.



ب- راه اندازی تمام پمپ ها توسط درایو و تحویل آنها بصورت تک تک به شبکه: ماکزیمم تعداد چهار دستگاه الکتروموتور پمپ بدین صورت که شروع راه اندازی و کنترل سرعت با کنترل دور و نهایتا در صورت رسیدن به دور نامی، تحویل شبکه میشوند (هشت رله متناظر با هشت کنتاکتور که چهار تای آن به درایو و چهار تای دیگر به شبکه متصل میشوند. پمپ های با لیبل A و B و C و D در شکل زیر) و تعداد دو دستگاه الکتروموتور پمپ بصورت دور ثابت با شبکه (پمپ های با لیبل H و I)



سایر قابلیت های دستگاه MX به شرح ذیل می باشد:

۱- قابلیت تعریف فشارهای مختلف در هشت بازه زمانی در طول شبانه روز پیش بینی شده است. لذا نیاز به تنظیم ساعت داخلی دستگاه با ساعت حقیقی میباشد. این مشخصه امکان تنظیم فشار در ساعات پیک بار و ساعات بی باری بصورت متفاوت را میدهد.

۲- قابلیت تعریف شانزده فشار رفرنس پیش تنظیم با انتخاب چهار ورودی دیجیتال بصورت اعداد باینری صفر تا ۱۵ پیش بینی شده است و این قابلیت میتواند در کاربردهائی نظیر مزارع تحت فشار با تغییر در منطقه آبیاری تحت فشار، رفرنس

فشار را تغییر داد. همچنین میتوان در شبکه های توزیع با توجه به نیاز بهره بردار فشار مطلوب را بصورت فشار پله ای تغییر داد.

۳- تابع Sleep یا تابع خاموش کردن موقت پمپ ها به جهت توقف مصرف پیش بینی شده است. در ضمن روشن شدن پمپ Dormancy یا بعبارتی پمپ کوچک موازی پمپ های اصلی با کاربرد ایجاد فشار مطلوب در شبکه به هنگام توقف کل پمپ های اصلی نیز مکمل تابع Sleep میباشد. لذا با تعریف یکی از رله ها بعنوان فرمان کنتاکتور Dormancy Pump ، بصورت اتوماتیک به هنگام Sleep ، روشن شده و مجددا پس از استارت پمپ های اصلی در شرایط Wakeup خاموش میشود. انتخاب شرایط شروع به کارکرد پمپ های اصلی یا به اصطلاح Wakeup براساس تعریف فشار و تاخیر زمانی متناسب میباشد. جهت روشن شدن پمپ Dormancy ، تولرانس فشار از فرکانس مرجع قابل تعریف است.

۴- یکی از توابع سیستم پمپ، روشن شدن چرخشی پمپ های خاموش به جهت عدم زنگ زدگی و خوردگی این پمپ ها بصورت زمانی میباشد. و همچنین باعث کارکرد یکسان تمام پمپها از نظر زمانی می شود. این تابع زمانی جهت پمپ های تحت کنترل دور متغیر و پمپ های فرکانس ثابت متصل به شبکه بصورت مستقل قابل تعریف است.

۵- قابلیت تامین سطح مطلوب آب مخازن توسط گروه پمپ های موازی پیش بینی شده است. لذا با توجه به ارتفاع سطح مطلوب آب، درایو پمپ را تحت کنترل می گیرد. جهت تعیین سطح مخزن میتواند بصورت سیگنال آنالوگ از سنسور سطح آب در مخزن ویا بصورت سه میکروسوییچ سطح Up و Down و Shortage استفاده شود. استفاده از سنسور سطح مخزن بصورت آنالوگ با قابلیت تعیین رفرنس سطح ، بصورت پیوسته کنترل دقیق سطح مطلوب مخزن امکان پذیر میباشد.

۶- قابلیت تعریف پمپ لجن کش جهت تخلیه لجن کف مخازن با استفاده از میکروسوییچ های تعیین سطح لجن در مخزن وجود دارد. این قابلیت توسط تعریف دو ورودی دیجیتال بعنوان حداقل و حداکثر لجن کف مخزن و تعریف یکی از رله ها بعنوان فرمان استارت به شبکه (DOL یا سافت استارت) انجام میشود.

۷- امکان استارت دستی هر پمپ با درایو و سپس تحویل به شبکه جهت تست و سرویس پمپها وجود دارد.

۸- امکان تعریف ورودی دیجیتال برای هر پمپ به منظور نشان دادن آماده بکار بودن هر پمپ یا تحت سرویس بودن آن وجود دارد. در پروسه تثبیت فشار سیستم، در صورت کار نکردن هر یک از پمپ ها، سیستم از پمپ بعدی استفاده میکند و پمپ معیوب را ثبت می کند.

۹- هشدار (Warning) روی پانل و یا فعال کردن رله های خروجی برد کنترل، به هنگام کاهش و یا افزایش بیش از فشار ازحدود تعیین شده در نرم افزار.

جهت اطلاعات تکمیلی تنظیمات و کاربردها به دستورالعمل راه اندازی MX مراجعه نمائید.

درايوهای سری MX مخصوص سیستمهای پمپ

