

**ZETATOP**

The gearless elevator machine



**ZIEHL-ABEGG**



Best Solution for High Quality Elevators

Speed  
Rise

موتورهای گیرلس  
در صنعت آسانسور

[www.sigma-elevator.ir](http://www.sigma-elevator.ir)



**SIGMA**

Elevator Co. Ltd

نماینده انحصاری

88205850-1





الحمد لله  
الرحمن  
الرحيم



موتورهای گیرلس در صنعت آسانسور

Gearless Machines for Elevator Industry

محمد حاج زمان

شرکت سیگما



## فهرست

۱	آشنایی با گروه شرکت‌های سیگما
۳	بخش اول: آشنایی با موتورهای گیرلس مورد استفاده در صنعت آسانسور
۳	۱- آشنایی با موتورهای سنکرون مغناطیس دائم
۴	۱-۱- ساختمان الکتروموتورهای سنکرون مغناطیس دائم
۶	۱-۲- اصول کار موتورهای سنکرون مغناطیس دائم
۷	۱-۳- مشخصات و منحنی‌های توان موتورهای سنکرون مغناطیس دائم
۹	۲- موتورهای سنکرون مغناطیس دائم گیرلس در صنعت آسانسور
۹	۲-۱- تفاوت ساختار موتور سنکرون مغناطیس دائم گیرلس با موتور گیربکس
۱۱	۲-۲- ساختار و اجزای موتور سنکرون مغناطیس دائم گیرلس
۱۱	۲-۳- مزایای موتورهای سنکرون مغناطیس دائم گیرلس نسبت به موتور گیربکس
۱۲	۲-۴- محدودیت‌های موتورهای سنکرون مغناطیس دائم گیرلس نسبت به موتور گیربکس
۱۳	۲-۵- تقسیم بندی موتورهای گیرلس از نظر شکل ظاهری
۱۳	۲-۵-۱- موتورهای گیرلس دیسکی یا تخت (روتور بیرونی)
۱۵	۲-۵-۲- موتورهای گیرلس بشکه‌ای یا درامی (روتور داخلی)
۱۶	۳- کنترل موتورهای سنکرون مغناطیس دائم گیرلس با اینورترهای VVVF
۱۷	۳-۱- اصول کنترل ماشین‌های AC با اینورتر
۱۸	۳-۲- انواع اینورتر
۱۹	۳-۲-۱- مزایای اینورتر
۲۰	۳-۲-۲- معایب اینورتر
۲۱	۴- انکودر و سیستم‌های فیدبک در راه‌اندازی و کنترل موتورهای گیرلس
۲۱	۴-۱- انکودر نسبی
۲۲	۴-۲- انکودر افزایشی

۲۲	۴-۳- انکودر مطلق
۲۴	۴-۴- انکودر در صنعت آسانسور
۲۵	۵- ترمز الکترومکانیکی موتورهای گیرلس
۲۶	۵-۱- چگونگی عملکرد
۲۷	<b>بخش دوم: نکات مهم در انتخاب، نصب و راه اندازی موتورهای گیرلس</b>
۲۷	۶-۱- نکات مهم در طراحی آسانسور و انتخاب موتور گیرلس
۲۷	۶-۱-۱- دسته بندی ساختمان‌ها از نظر ترافیکی
۲۸	۶-۱-۲- سیستم تعلیق موتورهای گیرلس در صنعت آسانسور
۲۸	۶-۱-۳- فلکه کشش کم اصطکاک
۲۹	۶-۱-۵- فلکه بندی و چیدمان فلکه های هرزگرد
۳۱	۶-۲- نکات مهم در نصب و راه اندازی آسانسور مجهز به موتور گیرلس
۳۱	۶-۳- نکات مهم در خصوص نصب موتور گیرلس در موتورخانه
۳۱	۶-۴- نکات مهم در خصوص نصب موتور گیرلس در داخل چاه
۳۲	۶-۵- نکات مهم درباره خصوصیات الکتریکی موتور گیرلس
۳۲	۶-۶- نکات مهم درباره نگهداری موتور گیرلس پیش از نصب
۳۲	۶-۷- نکات مهم در نصب مکانیکی موتور گیرلس
۳۳	۶-۸- نکات مهم در نصب الکتریکی موتور گیرلس
۳۵	۶-۹- نکات مهم درباره انکودر موتورهای گیرلس
۳۶	۶-۱۰- نکات مهم درباره ترمز موتورهای گیرلس
۳۹	۶-۱۱- نکات مهم در عملیات سرویس و نگهداری موتورهای گیرلس
۴۰	۶-۱۲- نکات مهم در انتخاب اینورتر مناسب
۴۱	۶-۱۳- مراحل راه اندازی و تنظیم موتور گیرلس + اینورتر
۴۱	۶-۱۴- نکات مهم در خصوص تیونینگ موتور گیرلس



۴۴	۱۵-۶- نکات مهم در نصب الکتریکی
۴۴	۱-۱۵-۶- نکات مهم در خصوص اتصال به زمین (ارت) ساختمان
۴۵	۲-۱۵-۶- نکات مهم در خصوص اتصالات الکتریکی
۴۷	۱۶-۶- عیب‌یابی موتورهای گیرلس ZIEHL-ABEGG
۴۸	۱۷-۶- موارد مهم استاندارد آسانسور با نیرو محرکه گیرلس
۵۱	۱۸-۶- موارد مهم استاندارد آسانسورهای بدون موتورخانه (MRL)
۵۱	۱-۱۸-۶- انجام تعمیرات یا بازرسی
۵۱	۲-۱۸-۶- دسترسی از بیرون بدون وارد شدن به چاه
۵۲	۳-۱۸-۶- انجام تعمیر یا بازرسی از طریق سقف کابین
۵۲	۴-۱۸-۶- لزوم خروج اضطراری از چاه یا کابین
۵۲	۵-۱۸-۶- ابعاد محل‌های کاری درون چاه
۵۲	۶-۱۸-۶- لزوم انجام آزمون‌ها از بیرون چاه
۵۲	۷-۱۸-۶- تابلوهای بیرون موتورخانه
۵۳	۸-۱۸-۶- دو مورد قابل توجه در آسانسورهای بدون موتورخانه
۵۳	۷- محاسبات
۵۳	۱-۷- محاسبه توان لازم برای موتور
۵۴	۲-۷- محاسبه سرعت حرکت کابین
۵۵	<b>بخش سوم: موتورهای گیرلس ZIEHL-ABEGG</b>
۵۵	۱-۸- معرفی شرکت
۵۵	۱-۱-۸- تاریخ‌های مهم
۵۹	۲-۱-۸- مدیریت کیفیت و گواهی‌نامه‌ها
۶۱	۲-۸- معرفی اجمالی محصولات
۶۱	۱-۲-۸- موتورهای ZAtop

۶۱	۸-۲-۲- موتورهای ZAsyn
۶۲	۸-۲-۳- اینورتر ZETADYN
۶۲	۸-۲-۴- نرم افزار ZETALIFT
۶۲	۸-۲-۵- موتورهای ZAS
۶۲	۸-۳- مزایای موتورهای گیرلس زیلابگ
۶۲	۸-۳-۱- مگنت با بهترین کیفیت
۶۴	۸-۳-۲- محاسبه اختصاصی برای هر موتور
۶۴	۸-۳-۳- درایو تخصصی صنعت آسانسور
۶۵	۸-۳-۴- تنوع بالای فلکه موتور
۶۵	۸-۳-۵- تحقیق و توسعه مداوم
۶۶	۸-۳-۶- تست عملکرد کلیه موتورها
۶۸	۸-۳-۷- کاهش قیمت
۷۱	پیوست: برگه محاسبات موتور ZIEHL-ABEGG

## معرفی گروه سیگما

شرکت سیگما شرکتی مهندسی بازرگانی در زمینه واردات قطعات اصلی صنعت آسانسور است که به عنوان قله هرم Sigma Group شناخته می‌شود. بیش از بیست سال فعالیت موثر و مفید در زمینه‌های مختلف صنعت آسانسور تدریجاً موجب تاسیس شرکت‌هایی گردید که هر کدام در یک زمینه مشخص فعالیت نموده و موجب هم‌افزایی و اثر سینرژیک روی شرکت‌های دیگر گردیده‌اند. گروه شرکت‌های سیگما شامل شرکت‌هایی است که مدیریت ارشد شرکت به تدریج موجب تاسیس آنها گردیده و هم‌اکنون در هیأت مدیره آنها ایفای وظیفه می‌نماید. این شرکت‌ها شامل:

سیگما آسانبر	مهندسی بازرگانی در واردات قطعات اصلی آسانسورهای هیدرولیک و کششی
آریان آسانسور	بزرگ‌ترین تولید کننده تابلو فرمان آسانسور در ایران
قطعات آسانبر پریسما	تولیدکننده درهای اتوماتیک و کابین آسانسور به صورت Joint Venture با PRISMA ایتالیا
	(مشارکت خارجی در تولید قطعات آسانسور)
آسانبر پله‌برقی کاسپین	تولیدکننده کارسلینگ و قطعات و لوازم جانبی مکانیکال آسانسورهای هیدرولیک و کششی
کار پارک آرا	پارکینگ‌های مکانیزه، تله‌کابین، پله‌برقی، آسانسورهای شیب‌دار و خاص
پارت دنا فوز	واردات قطعات الکتریکی آسانسور

مجموعه‌ای بی‌نظیر از تخصص و خدمات تراز اول را در ایران گردآورده است و با داشتن نمایندگی‌های متعدد در زمینه‌های گوناگون که عمده قطعات و حوزه‌های صنعت آسانسور را در برمی‌گیرد، از جمله نمایندگی‌های:

- START ELEVATOR ایتالیا در جک و پاور یونیت آسانسورهای هیدرولیک؛
- ZIEHL-ABEGG آلمان در موتورهای گیرلس، گیربکس و دراو؛
- NUOVA MGT ایتالیا در موتورهای گیربکس؛
- PRISMA ایتالیا در تولید در اتوماتیک و کابین؛
- COBIANCHI سوئیس در پاراشوت‌های خاص؛
- VAULT آلمان در پارکینگ‌های طبقاتی؛
- LEITNER ایتالیا در تله کابین؛
- DAESUNG LDS کره جنوبی در پله برقی؛
- KOLLMORGEN آلمان در تابلو فرمان؛
- DANFOSS دانمارک در دراو

امکان ارائه بهترین و با کیفیت‌ترین قطعات را در کنار ارائه خدمات فنی و مهندسی و پشتیبانی به همراه مجموعه‌ای مناسب از مستندات و اطلاعات فنی و مهندسی فراهم آورده است.

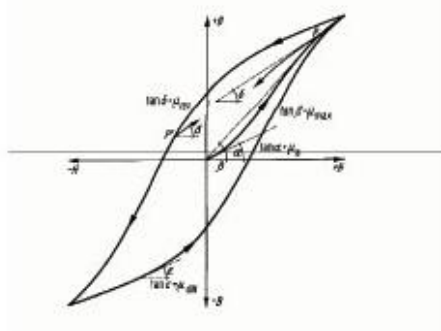
[www.sigma-elevator.ir](http://www.sigma-elevator.ir)

## بخش اول: آشنایی با موتورهای گیرلس مورد استفاده در صنعت آسانسور

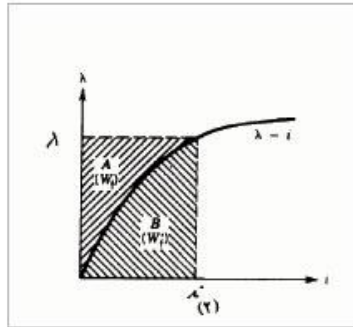
عبارت گیرلس (بدون جعبه دنده) مبین راه‌کارهای فنی سطح بالایی است که برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کیفیت بالای سواری در آسانسور کاربرد دارد. زمانی این فن‌آوری را به نام نامناسب «آسانسور واردلئونارد» (Ward-Leonard Lift) می‌شناختند. در آن زمان تنها شرکت‌های بزرگ چند ملیتی می‌دانستند چطور می‌توان تجهیزات با این فن‌آوری تولید کرد و تنها آن شرکت‌ها بودند که فن‌آوری‌های پیچیده لازم و آموزش‌های فنی منحصر به فرد آن را در اختیار داشتند. اوضاع از آن زمان تغییر فراوانی کرده است و امروزه حتی شرکت‌های کوچک تولیدکننده هم می‌توانند آسانسورهای خود را با موتورهای گیرلس عرضه کنند.

### ۱- آشنایی با موتورهای سنکرون مغناطیس دائم

از سال‌ها پیش موتورهای القائی یا آسنکرون به دلیل دارا بودن ساختمانی ساده و راه‌اندازی بدون دردسر به عنوان محرک بسیاری از دستگاه‌ها مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. ضریب توان نامناسب، صدای زیاد، سرعت متغییر، تلفات حرارتی زیاد در زمان راه‌اندازی، تحمیل جریان راه‌اندازی بالا به شبکه برق، گشتاور راه‌اندازی نه چندان زیاد، نیاز به استفاده از نوع اسلیپ رینگ در توان‌های بالا از معایب این موتورها محسوب می‌شوند. در مقابل، ماشین‌های سنکرون با میدان مغناطیسی دائم (آهنربای دائم) به عنوان محرک مکانیکی از مزایایی همچون سرعت صددرصد ثابت، ضریب توان قابل تنظیم، راندمان بالا، کوچک بودن، حذف سیم‌پیچی میدان، حذف منبع تغذیه DC، حذف اتلاف ژولی مدار تحریک، حذف حلقه‌های لغزان و جاروبک‌ها، و تعمیر و نگهداری ساده‌تر برخوردارند. هرچند به دلیل عدم امکان تنظیم و کنترل میدان، قابلیت تنظیم ضریب قدرت بعد از ساخت موتور امکان‌پذیر نبوده ولی در شرایط ساخت می‌توان هرگونه پیش‌بینی لازم صورت گیرد. مطالعه نشان می‌دهد با توجه به منحنی‌های سیکل هیستریزس و انرژی الکترومغناطیس مواد مغناطیسی دائم فرومانیتیک (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱: منحنی هیستریزس



شکل ۲: منحنی انرژی  $B=F(H)$

### ۱-۱- ساختمان الکتروموتورهای سنکرون مغناطیس دائم

شکل ساختمانی این نوع موتورهای الکتریکی متأثر از وظایفی است که به عهده موتور گذارده شده و یا از آن انتظار می‌رود. بعضی از این اشکال در شکل ۳ ترسیم شده‌اند. جهت حوزه مغناطیسی را با فلش مشاهده می‌نمایید. این نوع موتورها به دو صورت قطب صاف و قطب برجسته ساخته می‌شوند.

در موتور نوع دو قطبی (شکل ۳-a)، در داخل یک روتور استوانه‌ای که حامل قفس راه‌انداز می‌باشد ساختار این موتور نمایش داده شده است. هسته مغناطیسی در طول قطر خود به وسیله شیارهای جداکننده به دو بخش S و N تقسیم شده که مانع ایجاد اتصال کوتاه فوران قطب‌ها باشد.

نوع دوم که از مواد کلاس B و C استفاده می‌شود، نوع قطب‌های برجسته است (شکل ۳-b) که قطب‌ها با بدنه استوانه روتور به کمک پیچ و مهره یا پرچ وصل می‌شوند. در شکل ۳-c از مواد مغناطیسی کلاس D استفاده شده و قطب‌ها در سطح روتور از لبه آن تبعیت می‌کنند و این امر موجب جلوگیری از کاهش خاصیت مغناطیسی قطب‌ها می‌شود.

با یک انحراف شدید از شکل‌های معمولی روتورهای مغناطیسی دائم به صورت شکل ۳-d، حوزه الکترومغناطیسی از شکل رادیال در آمده و قفس درون روتور را با افزودن فلزاتی در نهایت به شکل سیلندری در می‌آورند.

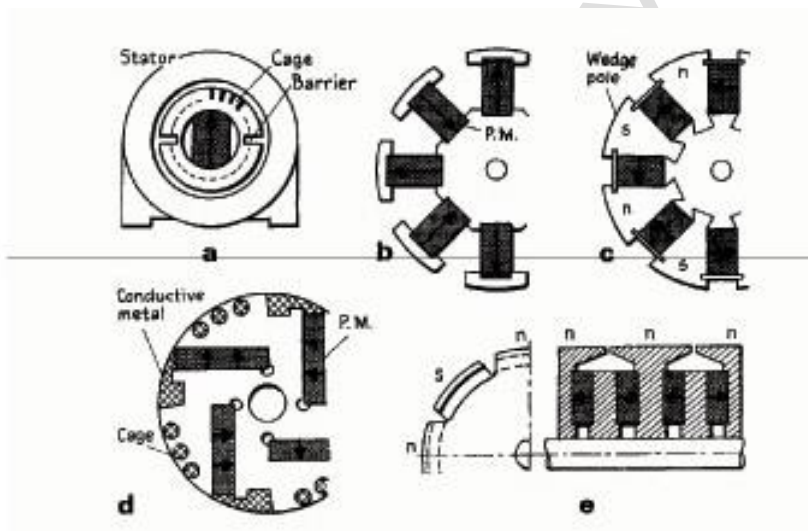
تبادل بین کار سنکرون و آسنکرون موتور نیاز به دقتی خاص جهت انتخاب پارامترهای طراحی دارد. مواد مغناطیسی کلاس A یا D که به صورت شکلی مدور در نظر گرفته شده و در جهت محوری مغناطیس شده‌اند و به کمک ورقه‌های فاصله‌انداز فولادی فوران را هدایت می‌کنند که مطابق (شکل ۳-e) تولید فورانی قطبی و متباین در سطح فاصله هوایی می‌نمایند. استفاده از سپرهای محافظ و فاصله‌اندازهای فوران مغناطیسی به منظور جلوگیری از مغناطیس‌زدائی قطب‌هاست (m.m.f.s).

شایان ذکر است اشاره شود که از عمر کاربرد الکتروموتورهای سنکرون مغناطیس دائم در آسانسورهای نوع کشتی چند سالی بیشتر نمی‌گذرد (۱۹۹۶ به بعد). این آسانسورها با قابلیت داشتن سرعت‌هایی که از ۰/۵ تا ۱۷ متر بر ثانیه می‌باشد از مزایای عمده‌ای همچون سرعت ثابت، راندمان بسیار بالا، صرفه‌جویی در انرژی بسیار خوب، وزن و حجم بسیار کم، طول محور بسیار کم، سرویس و نگهداری بسیار ساده، اشغال فضای بسیار کم و حذف موتورخانه آسانسور، ضریب قدرت بالا، حرکت و سکون بسیار نرم و بی‌صدا، ایمنی بسیار بالا، عدم وجود روغن‌های آلاینده در مکانیزم کاری دستگاه، حذف گیربکس برخوردارند.

شکل ۴ تفاوت روش‌های توزیع نیروی محرکه الکترومغناطیسی داخلی این نوع موتورها را (نوع دیسکی یا AXIAL) با موتورهای معمولی بشکه‌ای یا RADIAL نشان می‌دهد. اصولاً موتورهای سنکرون از سه ویژگی بسیار مهم زیر برخوردارند:

- سرعت صدرصد ثابت؛
- ضریب قدرت بسیار بالا (حتی برابر یک)؛
- راندمان بالا.

در مقابل تنها دلیل عدم کاربرد گسترده این موتورها نسبت به موتورهای القایی در صنعت عدم امکان خودراه‌انداز بودن آنها بدون نیاز به تجهیزات اضافی است که با ابداع و کاربرد مدارهای الکترونیک قدرت (نیمه هادی‌های کنترل شده) مشکل فوق برطرف و این نوع موتورها راه خود را در صنایع حمل و نقل و صنایع پتروشیمی باز نمودند.



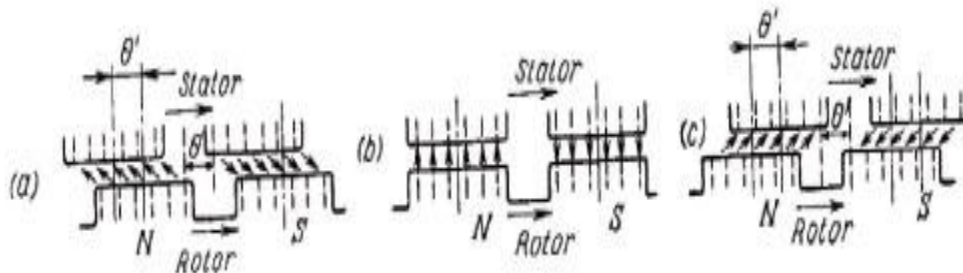
شکل ۳: ماشین‌های با روتور مغناطیسی دائم

Radial	Axial
Flux direction in air gap 	Flux direction in air gap 

شکل ۴: شکل و مسیر میدان‌های الکترومغناطیسی موتورهای دیسکی و بشکه‌ای

## ۲-۱- اصول کار موتورهای سنکرون مغناطیس دائم

اساس کار تمام موتورهای الکتریکی بر مبنای تاثیر دو میدان الکترومغناطیسی بر یکدیگر (استاتور و روتور) در شرایط غیرهم محور می باشد که موتورهای سنکرون نیز از این قاعده پیروی می کنند. نتیجه این تاثیر متقابل به صورت گشتاوری متناسب با شدت دو حوزه مغناطیسی و مقدار جابه جایی محور دو میدان نمایان می گردد که در نهایت موجب دوران یا حرکت موتورها خواهد شد (شکل ۵).



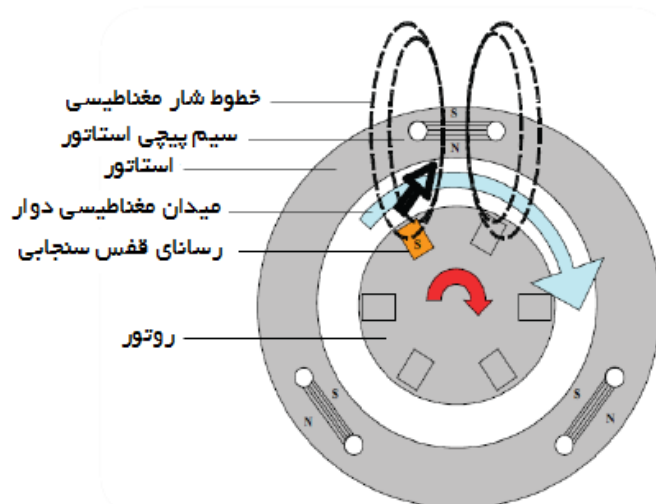
شکل ۵: تاثیر دو میدان روتور و استاتور بر یکدیگر

بزرگ ترین تفاوت بین یک موتور القایی آسنکرون AC و یک موتور سنکرون مغناطیس دائم این است که در موتور القایی با عبور جریان AC از درون سیم پیچی های استاتور، از طریق القای مغناطیسی میدان دوار نیز در روتور ایجاد می شود و به دلیل اثر متقابل میدان های استاتور و روتور، روتور در جهت میدان دوار استاتور به حرکت در خواهد آمد.

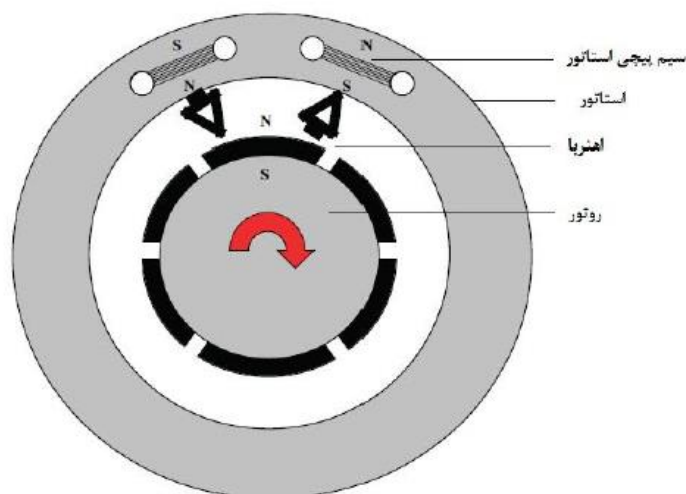
از طرفی برای القای جریان در روتور، اختلاف سرعتی بین سرعت میدان دوار و سرعت گردش روتور به وجود می آید. در غیر این صورت میدان دوار نسبت به روتور امکان حرکت نخواهد داشت و هادی های روتور شار میدان تولید شده توسط استاتور را قطع نکرده و در نتیجه ولتاژی در روتور القا نخواهد شد. این اختلاف سرعت بین سرعت میدان دوار و سرعت حرکت روتور در اصطلاح لغزش (Slip) نامیده می شود. لغزش یک مؤلفه بدون واحد است. از آنجا که در موتورهای القایی اختلاف سرعت شرط و ضرورت عملکرد آنهاست به این موتورهای موتورهای غیرهم زمان یا آسنکرون می گویند.

این در حالی است که در موتور سنکرون مغناطیس دائم توان روتور به طور مستقیم از یک منبع خارجی (در اینجا مغناطیس دائم) تامین می شود. هنگام وصل استاتور به شبکه سه فاز، میدانی دوار که سرعت آن متناسب با فرکانس شبکه و تعداد قطب های استاتور است در آن به وجود آمده و سطح روتور را جارو می کند. میدان مغناطیسی مگنت های ثابت روتور با میدان چرخشی استاتور عکس العمل نشان می دهد و تولید گشتاور می کند. این دو میدان به صورت سنکرون می چرخند و زاویه بین آنها مقدار گشتاور را تعیین می کند.





شکل ۶: ساختار یک موتور القایی آسنکرون



شکل ۷: ساختار یک موتور سنکرون مغناطیس دائم

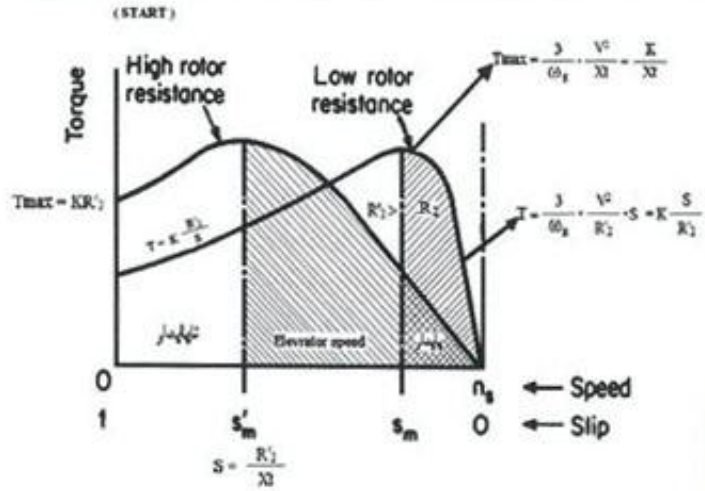
### ۳-۱- مشخصات و منحنی‌های توان موتورهای سنکرون مغناطیس دائم

در موتورهای آسنکرون عامل مهم و بسیار تأثیرگذار بر مشخصات آنها مقدار حوزه مغناطیسی قطب‌های روتور (قوی یا ضعیف بودن مغناطیسی قطب‌ها) است که تأثیر آن را بر دو عامل جریان جذب شده از شبکه تغذیه و ضریب قدرت موتور در شکل ۸ مشاهده می‌کنید. در این خصوص معمولاً سعی می‌شود نقطه کار این موتورها در شرایط مینیمم جریان، یعنی ضریب قدرت حدود یک انتخاب شود.

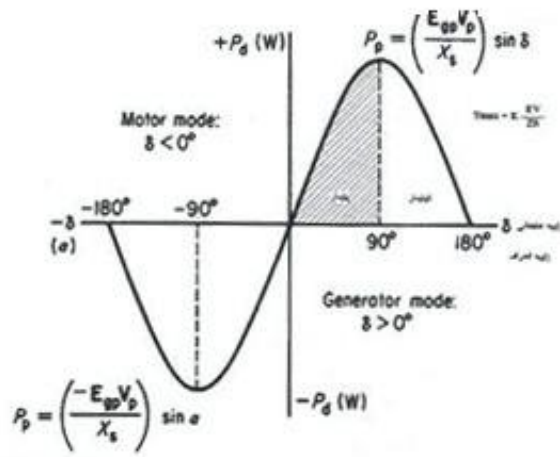
در موتورهای آسنکرون، با افزایش گشتاور سرعت به شدت تغییر می‌کند. گشتاور راه‌اندازی آنها نیز حدود ۲ برابر گشتاور نامی است؛ اما در موتورهای سنکرون با افزایش گشتاور سرعت تغییر نمی‌کند و همواره برابر سرعت سنکرون است. همچنین موتور قابلیت اعمال گشتاور ماکزیمم در سرعت صفر را نیز دارد.

همان‌طور که از منحنی گشتاور-سرعت این دو موتور برمی‌آید، سرعت موتور سنکرون مستقل از گشتاور است، اما در موتور آسنکرون با افزایش گشتاور سرعت کاهش پیدا می‌کند.

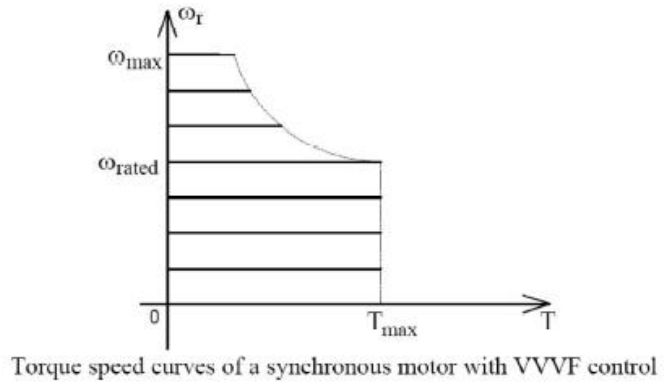
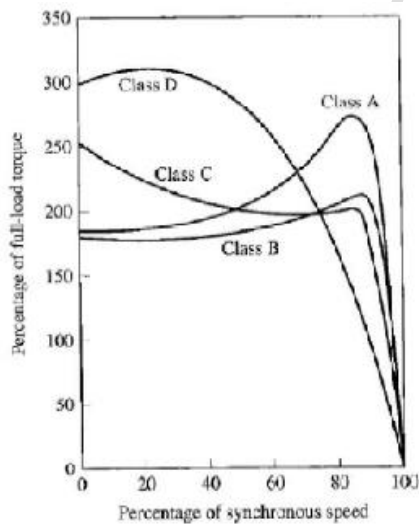
(a) آسنكرون



(b) سنكرون



شکل ۸: مشخصه جریان و ضریب قدرت



شکل ۹: منحنی گشتاور-سرعت موتور سنكرون (سمت راست) و موتور آسنكرون (سمت چپ)

## ۲- موتورهای سنکرون مغناطیس دائم گیرلس در صنعت آسانسور

توسعه اینورترها باعث تسهیل ساخت آسانسور با موتور سنکرون مغناطیس دائم شده است. اگر آخرین نسل اینورترها در کنار موتور گیرلس مناسبی قرار گیرد که از موتور سنکرون مغناطیس دائم ساخته شده باشد، ترکیب حاصل راهکاری برنده را شکل می‌دهد. اینورتر با سرعت پایین کار خواهد کرد و اگر موتور خوش ساخت بوده و به صورت الکترونیکی کنترل شود، نه نویزی در کار خواهد بود و نه لرزش‌های آزار دهنده. در واقع نتیجه ترکیب فوق‌الذکر آسانسوری بدون صدا با شتاب‌گیری، کاهش شتاب و دقت توقف عالی خواهد بود.

موتور بدون جاروبک (موتور سه فاز مغناطیس دائم AC) می‌تواند به ژنراتور بدل شود و اگر فازهای آن با هم اتصال کوتاه شوند، خودترمزگیر خواهد شد. آسانسور گیرلس تنها در صورتی خوب کار می‌کند که موتور از اندازه و کیفیت ساخت مناسب و متناسبی برخوردار باشد.

### ۱-۲- تفاوت ساختار موتور سنکرون مغناطیس دائم گیرلس با موتور گیربکس‌های

#### چرخ‌دنده حلزونی

موتور گیربکس‌های چرخ‌دنده حلزونی معمول در صنعت آسانسور، به طور کلی از قطعات زیر تشکیل شده‌اند:

۱- الکتروموتور (قفس سنجابی) آسنکرون شامل:

- روتور (هسته)؛

- استاتور (سیم پیچ)؛

- پوسته؛

- شفت؛

- بلبرینگ یا بوش‌ها؛

- فن.

۲- گیربکس شامل:

- چرخ‌دنده و شفت خروجی گیربکس؛

- ماردون؛

- پوسته؛

- بوش‌ها و بلبرینگ‌ها و قطعات آب‌بندی؛

- روغن

۳- کوپلینگ؛

۴- سیستم ترمز شامل:

- مگنت ترمز؛

- کفشک ترمز و لنت‌ها؛

- کاسه ترمز؛

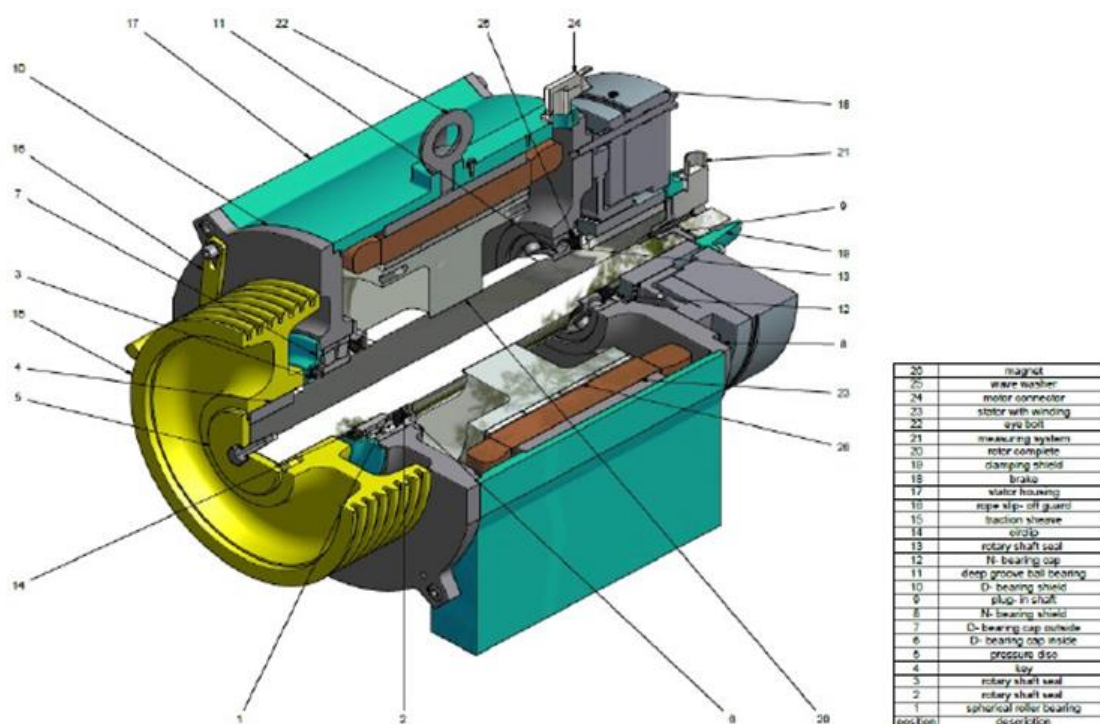
- فنرها.



با حذف این موارد، نه تنها بازدهی موتورهای گیرلس نسبت به موتورهای گیربکس بسیار بالاتر است، بلکه ابعاد و اندازه این موتورها نسبت به موارد مشابه گیربکس نیز به طور قابل ملاحظه‌ای کوچک‌تر شده است.

## ۲-۲- ساختار و اجزای موتور سنکرون مغناطیس دائم گیرلس

- پوسته؛
- شفت؛
- بلبرینگ‌ها؛
- روتور (هسته)؛
- استاتور (سیم پیچ)؛
- فلکه کششی؛
- سیستم ترمز (لنت‌ها، صفحات اصطکاکی، مگنت، فنر، اهرم آزاد کننده و...)
- انکودر.



شکل ۱۱: نمای برش خورده یک نمونه موتور گیرلس مورد استفاده در صنعت آسانسور

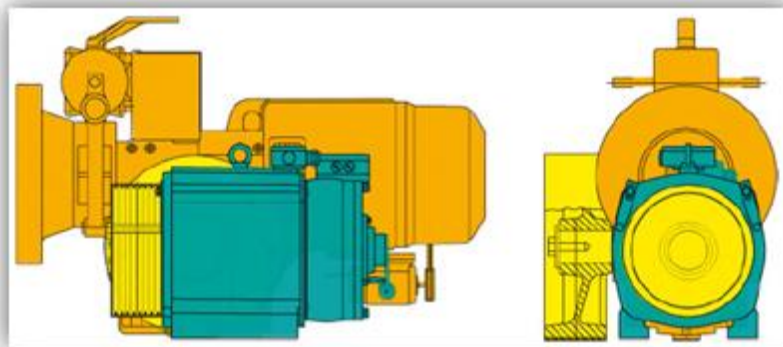
## ۲-۳- مزایای موتورهای سنکرون مغناطیس دائم گیرلس نسبت به موتور گیربکس

آسانسوری که با موتور گیرلس ساخته شده باشد را باید به آسانسورهای دیگر (آسانسورهای هیدرولیک یا چرخ دنده‌ای) ارجح دانست. همچنین در صورتی که عامل عدم نیاز این آسانسورها به روغن و تجهیزات ترمز

را هم به معادله بیافزاییم، می توان به جرأت ادعا کرد که موتور گیرلس موتوری است بدون نیاز چندان به تعمیرات و نگهداری و با طبیعت هم سازگار است.

صرفه جویی در مصرف انرژی در موتورهای گیرلس به نسبت بالا است. برای مثال موتور گیرلس در مقایسه با آسانسورهای چرخ دنده ای، می تواند تا ۳۰٪ در مصرف انرژی صرفه جویی کند! در صورتی که همین مقایسه با آسانسور هیدرولیک صورت پذیرد، نتیجه حیرت آور خواهد بود. با در نظر گرفتن جنبه های مختلف، مهمترین مزایای موتورهای سنکرون مغناطیس دائم گیرلس نسبت به موتور گیربکس عبارتند از:

۱. کاهش تلفات و افزایش راندمان در موتور گیرلس (حذف گیربکس و افزایش راندمان الکترو موتور)؛
۲. کاهش ابعاد و وزن؛
۳. ارجحیت استفاده از موتور گیرلس به جای موتور گیربکس در آسانسورهای MRL؛
۴. کاهش صدا و لرزش به دلیل:
  - حذف گیربکس، فلایویل و هندویل؛
  - حذف کوپلینگ و کاهش تعداد اجزاء دوار؛
  - دور کم و کاهش تاثیر بالانس قطعات دوار و صدای بلبرینگ ها.
۵. استهلاک کم و عدم نیاز به سرویس و نگهداری پر هزینه؛
۶. کاهش خسارت های زیست محیطی؛
۷. امکان استفاده در سرعت های بالا (سرعت های بیش از ۳ متر معمولاً فقط گیرلس استفاده می شود).



شکل ۱۲: مقایسه ابعادی موتور گیرلس و موتور گیربکس

**۴-۲- محدودیت های موتورهای سنکرون مغناطیس دائم گیرلس نسبت به موتور گیربکس**  
با وجود مزیت های زیاد، موتورهای گیرلس به دلیل ساختار خود محدودیت هایی نیز به همراه دارند. پیچیدگی سیستم هایی که از موتورهای سنکرون مغناطیس دائم گیرلس استفاده می کنند بیشتر و قیمت تمام شده آن هم بالاتر است. تجربه کافی دست اندرکاران صنعت، از تولیدکنندگان، بازرگانان، شرکت های

- آسانسوری و نصابان و سرویسکاران گرفته تا بازرسان استاندارد در این زمینه هنوز به اندازه کافی نیست. مهمترین محدودیت‌هایی که می‌توان به آن اشاره داشت، عبارتند از:
- هزینه بالاتر کل سیستم نسبت به آسانسورهای گیربکس‌دار؛
  - لزوم طراحی و انتخاب مناسب اجزاء آسانسور حتی قبل از عقد قرارداد؛
  - تنوع بسیار زیاد برندها و مدل‌ها و عدم اطمینان از موجودی کالا در هنگام نیاز؛
  - نبود تجربه و اطلاعات کافی در بین فعالان صنعت آسانسور ایران؛
  - محدودیت کاربرد در محیط‌های صنعتی (آلوده به ذرات معلق جامد یا مایع یا گازهای مخرب).

## ۵-۲- تقسیم‌بندی موتورهای گیرلس از نظر شکل ظاهری

### ۱-۵-۲- موتورهای گیرلس دیسکی یا تخت (روتور بیرونی)

موتورهای دیسکی با روتور بیرونی به دلیل پخش فضای لازم در عرض، ضخامت کمتری دارند و فضای کمتری اشغال می‌کنند. از طرفی با فراهم آوردن توامان امکان افزایش تعداد قطب‌های موتور و بزرگ‌تر شدن قطر فلکه کشش، برای ارائه یک سرعت ثابت نسبت به نوع بشکه‌ای، با کاستن از سرعت زاویه‌ای موتور، با توجه به رابطه

$$\omega_{rad/s} = 2 \times \frac{2\pi f}{P}$$

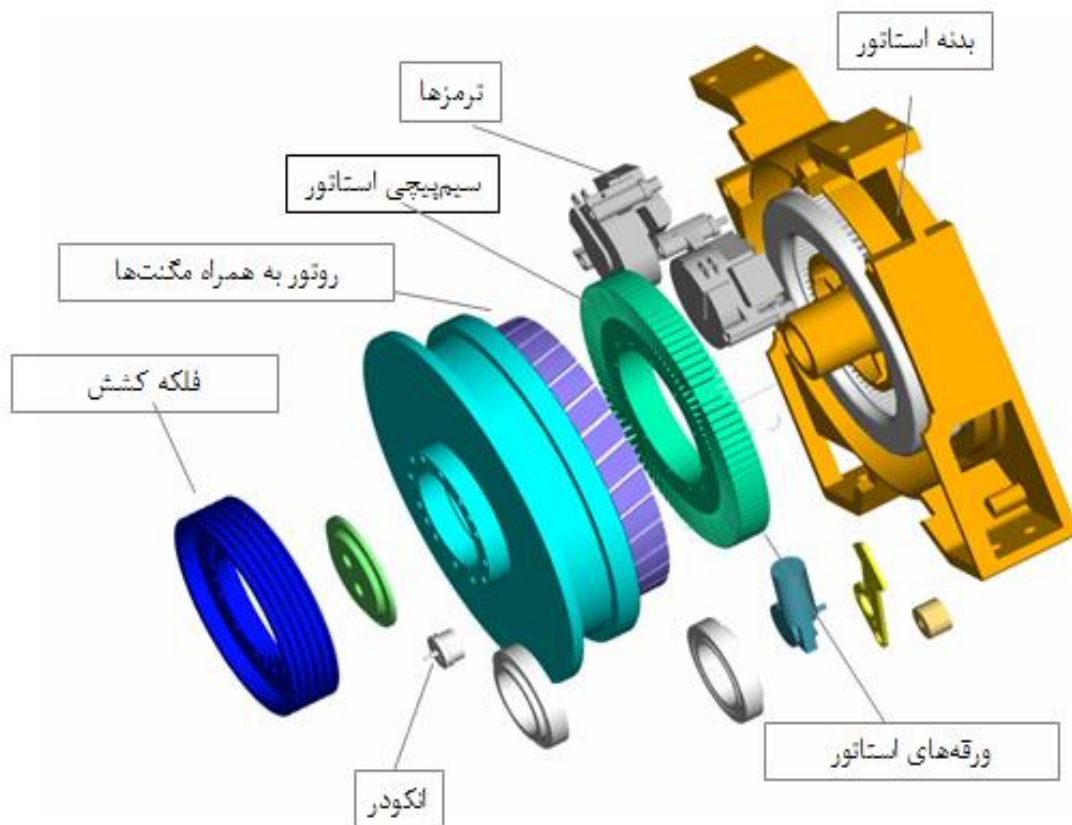
که در آن P تعداد قطب و f فرکانس نامی است، و جبران آن از طریق اندازه قطر فلکه برای رسیدن به سرعت خطی مورد نظر، با توجه به رابطه

$$v_r = \omega \times \frac{D}{2 \times 1000}$$

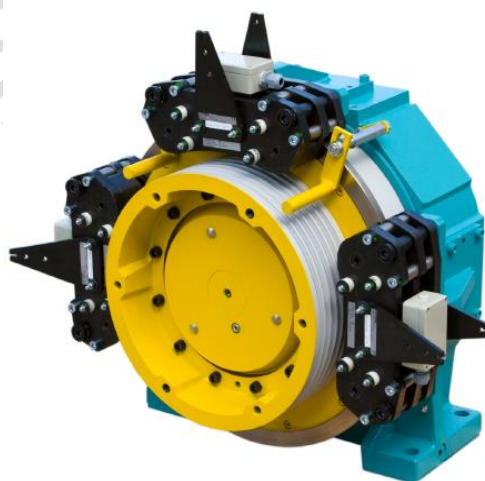
- که در آن D قطر فلکه کشش است)، حرکت نرم‌تری را ارائه خواهند داد. مهمترین ویژگی‌های موتورهای گیرلس دیسکی با روتور بیرونی عبارتند از:
- قابلیت نصب در موتورخانه و چاه آسانسور؛
  - ایده‌آل جهت نصب کنار چاه (روی دیواره چاه یا آهنکشی، یا اتصال به ریل‌ها در بالا یا وسط یا پایین چاه)؛
  - بدنه و شفت و بلبرینگ‌های مستحکم و لذا استاتیک لود بالا و مقاومت زیاد در مقابل ضربات هنگام حمل و نقل و یا پاراشوت؛
  - قابلیت کنترل بهتر توسط تابلو و اینورتر نسبت به نوع بشکه‌ای؛
  - قطر فلکه کششی و قطر سیم‌بکسل‌ها معمولاً بزرگ‌تر از نوع بشکه‌ای؛
  - معمولاً بدون نیاز به فن خنک‌کننده؛



- قابلیت استفاده راحت تر از سیستم‌های ترمز معمولی و هندویل؛
- فراوانی بیشتر سیستم ۱:۱ آن نسبت به نوع بشکه‌ای؛
- حرکت نرم‌تر.



شکل ۱۳: ساختار موتور گیرلس دیسکی



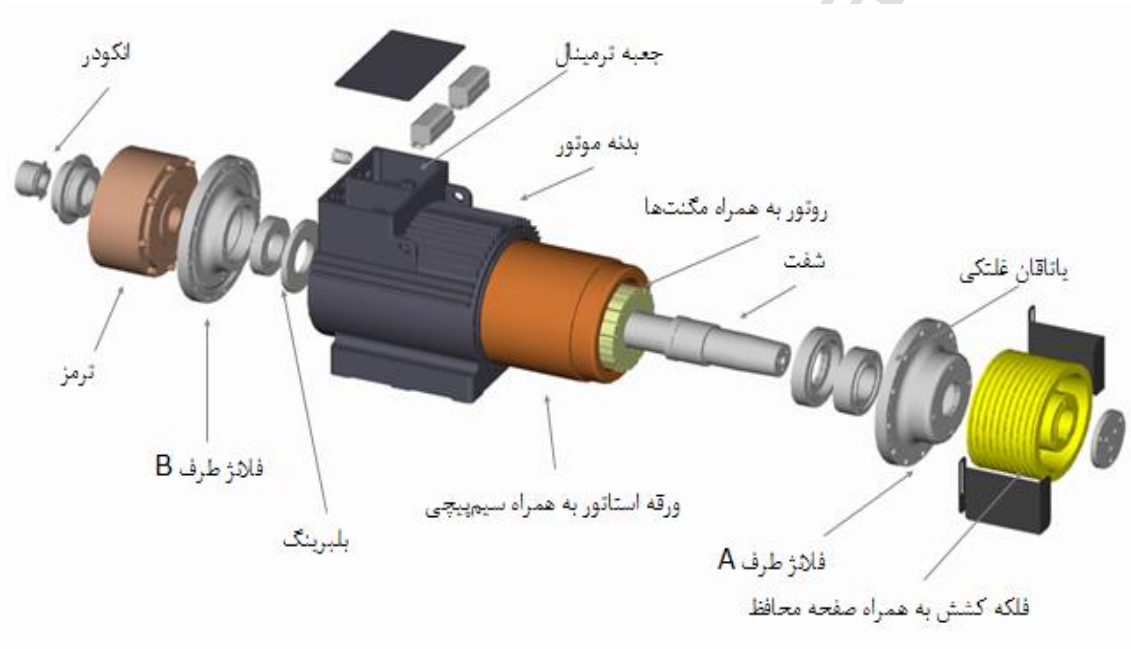
شکل ۱۴: نمونه موتور گیرلس دیسکی



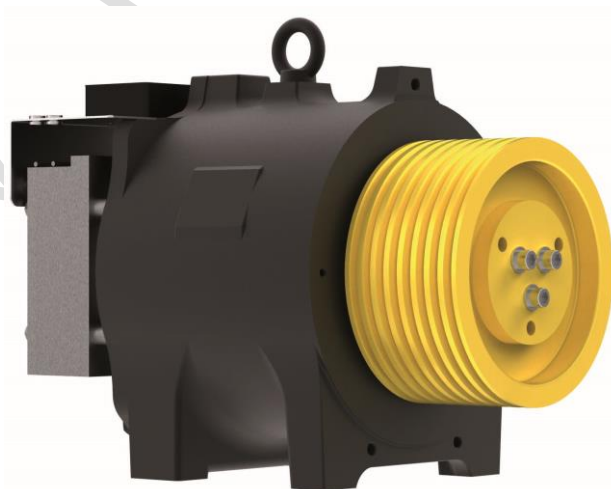
## ۲-۵-۲- موتورهای گیرلس بشکه‌ای یا درامی (روتور داخلی)

موتورهای دیسکی با روتور داخلی به دلیل هزینه پایین‌تر متداول‌ترین نوع موتورهای گیرلس مورد استفاده در صنعت آسانسور هستند. مهمترین ویژگی‌های موتورهای گیرلس بشکه‌ای با روتور داخلی عبارتند از:

- قابلیت نصب در موتور خانه و چاه آسانسور؛
- ابعاد کوچک و وزن کم؛
- ایده‌آل برای اورهد کم و فضای کوچک؛
- قیمت کم نسبت به نوع دیسکی (برای یک برند و ظرفیت مشابه)؛
- استفاده از فلکه‌های کششی و سیم‌بکسل با قطر کم.



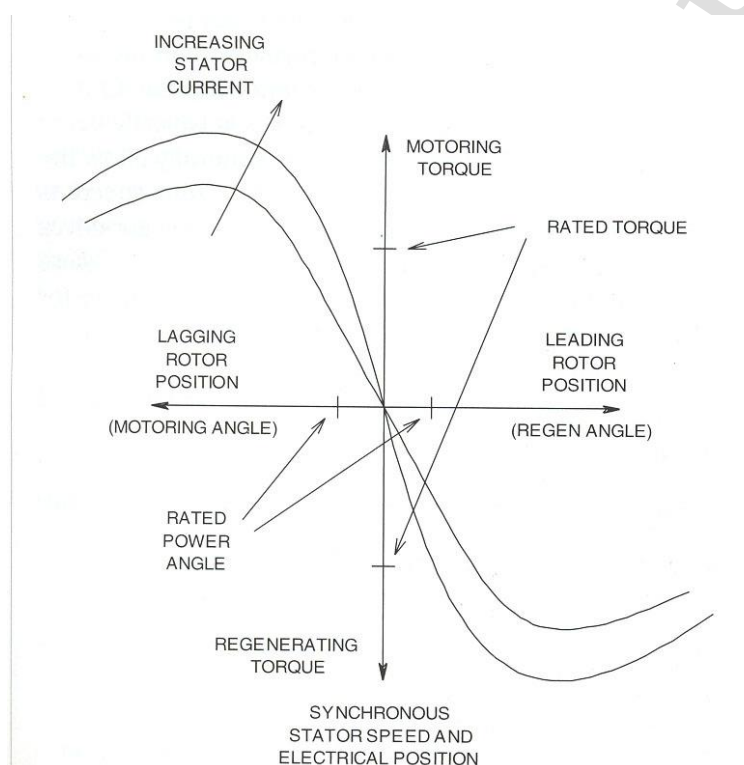
شکل ۱۵: ساختار موتور گیرلس بشکه‌ای



شکل ۱۶: نمونه موتور گیرلس بشکه‌ای

### ۳- کنترل موتورهای سنکرون مغناطیس دائم گیرلس با اینورترهای VVVF

سرعت روتور یک موتور سنکرون مغناطیس دائم مستقیماً با فرکانس اعمال شده کنترل می‌شود. گشتاور با دور کردن روتور از موقعیت زاویه‌دار نیروهای مغناطیسی الکتریکی در استاتور تولید می‌شود. مدیریت قدرت موتور با تنظیم جریان استاتور صورت می‌گیرد که با تغییر ولتاژ اعمال شده به سیم‌پیچ‌ها تغییر داده می‌شود. همان طور که شکل ۱۷ نشان می‌دهد، عملکرد موتور در هر دو شرایط موتور و بازتولیدی همسان است. با اعمال جریان کافی، می‌توان گشتاورهای کامل و اضافه‌بار را در سرعت (فرکانس) صفر هم به دست آورد.



شکل ۱۷: مشخصه موتور سنکرون مغناطیس دائم

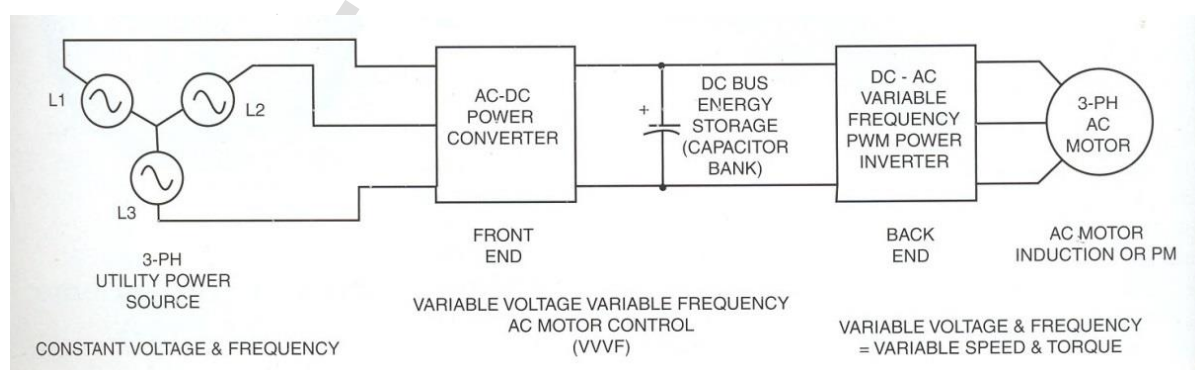
کنترل موتور سنکرون نیازمند توانایی تأمین جریان کافی برای ایجاد گشتاور مطلوب است. اما در این مورد باید دقت کرد جریان اضافه اعمال نشود، چرا که باعث گرم شدن بیش از حد موتور می‌شود. برای تغییر فرکانس، تنظیم ولتاژ موتور و در نتیجه جریان آن، از یک اینورتر استفاده می‌شود. موقعیت زاویه‌ای استاتور عمدتاً با استفاده از انکودر اندازه‌گیری می‌شود. ماشین‌های مغناطیس دائم مدرن با مغناطیس‌های نیرومند ساخته می‌شوند که کاربرد آنها را به ماشین‌های آسانسورهای بدون گیربکس و با RPM پایین محدود می‌کند. این موضوع باعث می‌شود این ماشین‌ها طراحی صاف و دیسکی داشته باشند که به نوبه خود برای کاربردهای بدون موتورخانه (MRL) ایده‌آل است.

برخی موتورهای پله‌ای سروو را می‌توان نسخه‌های اولیه ماشین‌های مغناطیس دائم AC شمار آورد، که به خاطر وجود قطب مغناطیس دائم مشخص هم در روتور و هم در استاتور ممکن است در سرعت‌های پایین

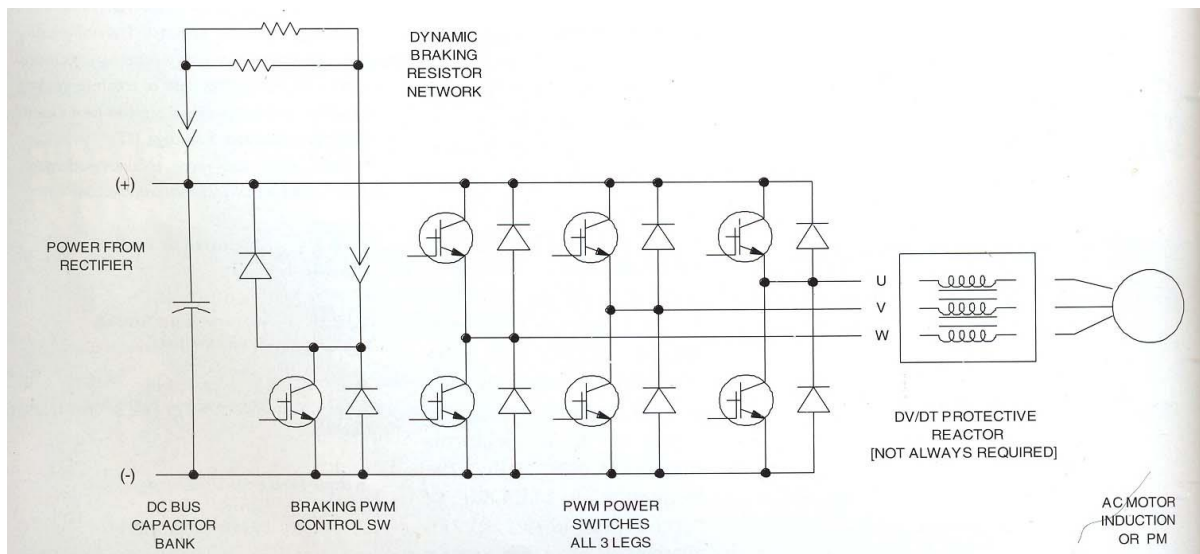
دچار «گیر» شوند. موتورهای بدون جاروبک DC هم با ساختار مشابه ساخته می‌شوند و دچار همان مشکل قطب‌های مغناطیسی نمایان هستند. ماشین‌های مغناطیس دائم امروزی در عمل قطب مغناطیسی نمایان ندارند، در نتیجه دچار گیر نشده و برای کاربرد حرکت آرام نزدیک سرعت صفر ایده‌آل هستند؛ هر چند در عوض کنترل این موتورها ممکن است کمی دشوار باشد. برای ایجاد گشتاور و سرعت مناسب بدون نوسان محور موتور، باید زاویه چرخش میان قطب‌های مغناطیس دائمی روی روتور و قطب‌های ایجاد شده در اثر جریان درون سیم‌پیچ‌های استاتور دانسته بوده و قابل کنترل باشد. برای حصول گشتاور یکنواخت و مناسب در تمام سرعت‌ها استفاده از انکودر برای اندازه‌گیری موقعیت زاویه‌ای روتور و محاسبات پیچیده برداری الزامی است. ساز و کارهای کنترل اندکی متفاوت هستند، اما مداربندی توان اینورتر و موتور در ذات با آن چه در ماشین‌های القایی آسنکرون استاندارد به کار می‌رود شباهت بسیاری دارد.

### ۱-۳- اصول کنترل ماشین‌های AC با اینورتر

امروزه در کنار هر سیستم کششی جدیدی که نصب می‌شود، چه موتور آسنکرون باشد و چه سنکرون مغناطیس دائم، یک اینورتر برای تنظیم سرعت موتور قرار می‌گیرد. اینورترها دیگر در هر سیستم الکتریکی که نیازمند تنظیم پارامتری باشد به کار می‌روند. از فن گرفته تا پمپ و آسانسور و... همچنین هر جا که نیاز به تبدیل DC به AC سه فاز یا تک فاز باشد، مانند UPSها، سلول‌های خورشیدی و منبع تغذیه اضطراری برای بازگرداندن کابین آسانسور به طبقه در زمان بروز قطعی برق شهری؛ اینورترها وارد بازی می‌شوند. یک اینورتر (که در ایران به درایو معروف است) ارزان قیمت معمولی از ورودی ساده یکسوساز و گذرگاه DC میانی ولتاژ ثابت استفاده می‌کند تا جریان‌های اصلی از جریان موتور جداسازی شود (شکل ۱۸). هر فاز موتور به صورت جداگانه به پایانه‌های + و - گذرگاه جریان مستقیم (DC Bus) وصل شده است. این اتصال به صورت مدولاسیون عرض پالس (PWM) صورت می‌گیرد تا متوسط ولتاژهای سه فاز اعمال شده به پایانه‌های موتور در هر توان یا فرکانس دلخواه سینوسی باشد. از آنجایی که یکسوساز ساده نمی‌تواند توان را به سمت منبع اصلی بازگرداند، نوعی کلید «روشن-خاموش» (شکل ۱۹) در سیستم تعبیه می‌شود که به نام «جداساز ترمزی» خوانده می‌شود. در زمان ترمزگیری موتور این کلید توان بازتولید شده را به سوی یک مقاومت ترمز هدایت می‌کند تا به صورت گرما در آن تلف شود.



شکل ۱۸: اصول کنترل با اینورتر



شکل ۱۹: شماتیک بخش تغذیه اینورتر

## ۲-۳- انواع اینورتر

اینورترها برحسب دقت مطلوب و کاربرد مورد نظر به خانواده‌های زیر تقسیم می‌شوند:

**اسکالر** که در آن نسبت ولتاژ به فرکانس ثابت بوده و مستقل از بار است.

**برداری با کنترل حلقه‌ای گشتاور** که در آن نسبت ولتاژ به فرکانس ثابت نبوده، اما به بار، سرعت و فرکانس روتور بستگی پیدا می‌کند. این اینورترها گشتاور ثابت را در شرایط سرعت متغیر تضمین می‌کنند.

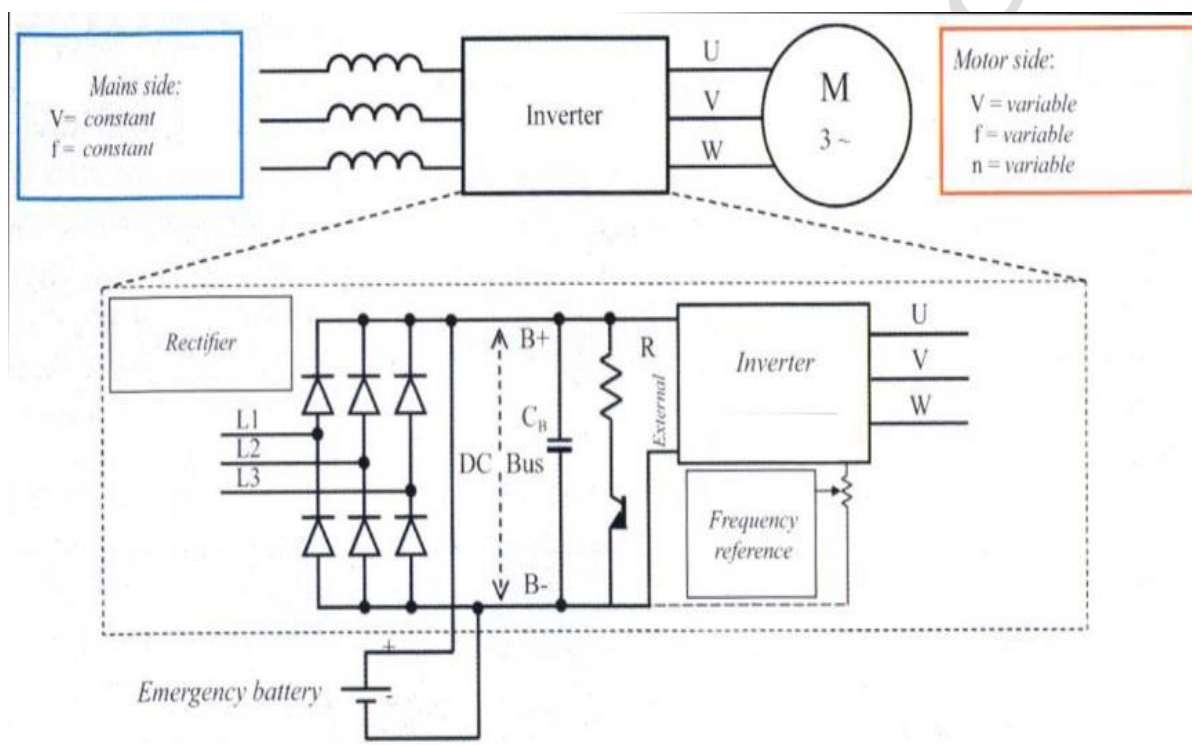
**برداری با کنترل حلقه‌ای بسته جریان** که در آن کنترل سرعت روتور از طریق انکودر صورت می‌گیرد. سیگنال انکودر با سرعت مورد نظر مقایسه می‌شود تا سرعت مطلوب در هر شرایط سرعت و بار در کنار تضمین کنترل موقعیت ایستای موتور تضمین شود.

اینورترهای اسکالر تنها می‌توانند ولتاژ و جریان اعمال شده به پایانه‌های موتور را تغییر دهند. برای کنترل دقیق گشتاور موتور و در نتیجه سرعت آن باید بتوان تغییرات مورد لزوم در ولتاژ و فرکانس را پیش‌بینی کرد و از این طریق گشتاور مورد لزوم برای کنترل سرعت را تولید کرد. برای آسانسورها این بخش بیشتر در زمانی اهمیت دارد که آسانسور در حال ایستادن در طبقات است. کوچک‌ترین خطا در تخمین لغزش موتور خطایی آشکار سرعت ایجاد می‌کند که در نتیجه باعث اشتباه در محل ایستادن کابین می‌شود.

بخش توانی اینورتر برداری کاملاً مشابه بخش توانی اینورتر اسکالر است. تفاوت اصلی آن است که اینورتر برداری الگوریتم پیچیده‌تری برای کنترل توان موتور به کار می‌برد. وقتی داده‌های جریان را با فیدبک انکودر ترکیب کنیم که اطلاعات لغزش را برمی‌گرداند، گشتاور کامل موتور را می‌توان در هر سرعتی تولید کرد که می‌تواند حتی شامل RPM صفر مکانیکی هم باشد.

وقتی از یک اینورتر برداری (به همراه انکودر) استفاده می‌کنیم، کابین آسانسور می‌تواند به کف طبقه نزدیک شده، در سرعتی بسیار پایین پایدار بماند و تا زمانی که که ترمز درگیر شود کابین را در حالت پایدار در

سطح مطلوب توقف ثابت نگاه دارد. علاوه بر این، اینورترهای برداری را می‌توان هم با ماشین‌های سنکرون و هم آسنکرون به کار برد. بسیار اوقات این اینورترها در حالت حلقه‌باز (بدون انکودر) به کار می‌روند. هر چند کارایی این اینورترها عموماً از کارایی اینورتر اسکالر بهتر است، اما این اینورترها نمی‌توانند همان کنترل دقیق روی گشتاور یا سرعت نزدیک صفر اینورترهای کنترل حلقه‌بسته برداری را فراهم کنند. علاوه بر این بیشتر اینورترهای AC آسانسور از یک مقاومت ترمز برای مصرف انرژی باز تولیدی اضافه به صورت هدر حرارتی استفاده می‌کنند.



شکل ۲۰: بلوک دیاگرام اینورتر

#### ۱-۲-۴- مزایای اینورتر

- شرایط عالی سرعت موتور، چه موتور سنکرون باشد و چه آسنکرون، به علاوه شتاب‌گیری و ترمزگیری کنترل‌شده؛
- کیفیت بالاتر حرکت (جریان و ولتاژ سینوسی مزدوج در موتور منجر به کنترل نرم‌تر می‌شود)؛
- دقت در توقف؛
- صرفه‌جویی مطلوب در مصرف انرژی؛
- کاهش جریان آغاز حرکت؛
- بازشکل‌دهی جریان بنیادی در ۵۰ هرتز؛
- امکان استفاده از یک نوع موتور برای سرعت‌های مختلف؛
- گرم شدن کمتر موتور؛
- سیستم تعمیر و نگهداری حداقلی؛
- حساسیت کمتر به تغییرات سیم‌پیچ‌های اصلی.

## ۲-۲-۴- معایب اینورتر

اینورترها را می‌توان یکی از تولیدکنندگان اصلی اختلالات الکترومغناطیسی به شمار آورد. سیستم الکترونیکی که اکنون در اینورترها مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولتاژ سینوسی تولید نمی‌کند. بلکه با تولید پالس‌های فرکانس بالا (۴ تا ۱۶ کیلوهرتز) شکل موج سینوسی را «تقلید» می‌کند. نتیجه «ریاضی» این شکل موج‌ها در کنار یکدیگر ولتاژی سینوسی است.

این شبیه‌سازی و تقلید باعث ایجاد اثرهای خاصی می‌شود:

- اختلال‌هایی که از کابل‌های متصل به موتور منتشر می‌شوند را EMI یا اختلال رادیویی می‌نامند. این مشکل به طور معمول با استفاده از کابل شیلددار در تمام مسیر سینگال حل می‌شود. مسیر شیلددار باید تمام مسیر جعبه تقسیم خروجی اینورتر به جعبه تقسیم موتور را بپوشاند؛
- اختلال‌هایی که از طریق ورودی اینورتر به منبع تغذیه منتقل می‌شوند. این مشکل هم به همان ترتیب با استفاده از کابل شیلددار قابل حل خواهد بود؛
- هارمونیک‌های توان که از پل دیویدهای ورودی اینورتر ناشی می‌شوند. برای حل این مشکل باید از فیلترهای مناسب استفاده شود. معمولاً می‌توان از چوک‌های با مقدار بالای پارامتر القایی استفاده کرد؛
- تنش بالا در عایق‌بندی موتور؛
- عملکرد داخلی پیچیده‌تر و بالاتر بودن هزینه کلی اجزای موتور؛
- نیاز به ترمز حرکتی مجزا.

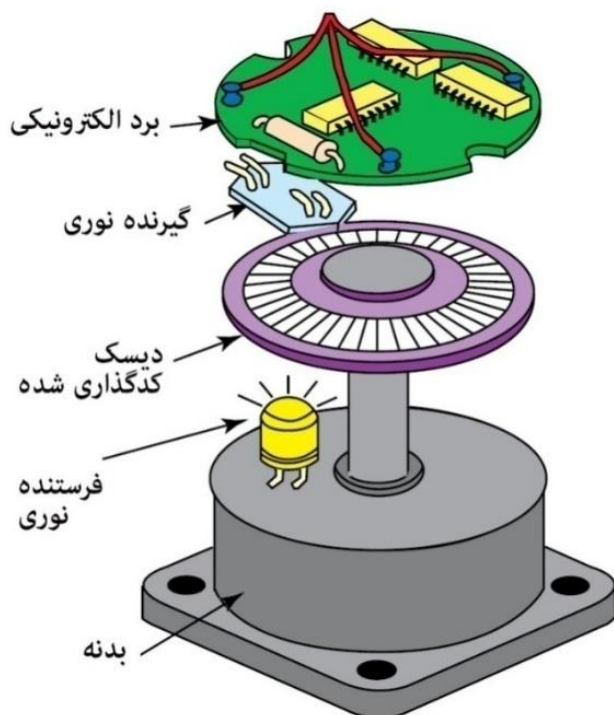
اگر در موتورهای قدیمی که در زمان پیش از اینورترها ساخته می‌شدند، اینورتر نصب شود، ممکن است عایق‌بندی کارایی خود را از دست دهد. به همین دلیل بهتر است بین اینورتر و موتور، فیلتر مناسب (در این مورد هم چوک) تعبیه گردد تا پیک‌های ولتاژ گرفته شوند. در غیر این صورت این پیک‌های می‌توانند راه خود را از درون عایق‌بندی باز کنند.

## ۴- انکودر و سیستم‌های فیدبک در راه‌اندازی و کنترل موتورهای گیرلس

انکودر حسگری است که به محور چرخ، چرخ دنده یا موتور وصل می‌شود و می‌تواند میزان چرخش را اندازه‌گیری کند. با اندازه‌گیری میزان چرخش می‌توان جابه‌جایی، سرعت، شتاب یا زاویه چرخشی را تعیین کرد. انکودرها از لحاظ تکنولوژی ساخت به سه دسته مقاومتی، مغناطیسی و نوری تقسیم می‌شوند. رایج‌ترین انکودرها از نوع نوری هستند که در آن یک فرستنده و یک گیرنده مادون قرمز در دو سمت جسم مکانیکی چرخان قرار می‌گیرند. زمانی که نور ارسالی فرستنده از شیارهای جسم مکانیکی عبور می‌کند، توسط گیرنده دریافت می‌گردد و مقدار ولتاژ خروجی، یک می‌شود. زمانی که نور ارسالی به پره‌ها برخورد می‌کند، توسط گیرنده دریافت نمی‌شود و مقدار ولتاژ خروجی از گیرنده، صفر می‌گردد؛ به این ترتیب پالس‌های الکتریکی تولید می‌شوند. این پالس‌ها توسط میکروکنترلر دریافت شده و میزان چرخش را تعیین می‌کنند. با دانستن زاویه چرخشی بین هر کدام از پالس‌ها و زمان شروع تا پایان هر کدام از آنها، به راحتی می‌توان موقعیت، سرعت و شتاب را تعیین کرد.



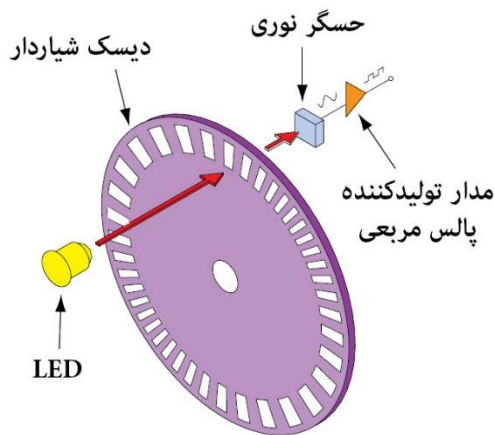
انکودرها از لحاظ ساختمان در دو نوع خطی و دوار و از لحاظ عملکرد نیز در سه نوع انکودر نسبی، انکودر افزایشی، انکودر مطلق طراحی و ساخته می‌شوند.



شکل ۲۱: انکودر دوار (شفت انکودر)

#### ۱-۲-۴- انکودر نسبی (Relative Encoder)

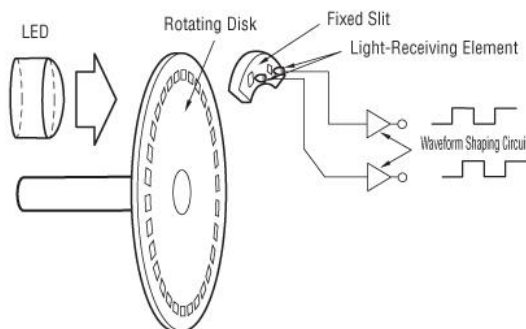
در این انکودرها فقط از یک گیرنده و فرستنده مادون قرمز استفاده می‌شود که در دو طرف یک دیسک شیاردار قرار گرفته‌اند. انکودر نسبی یک سری پالس یکنواخت و متوالی، متناسب با چرخش مکانیکی مورد نظر تولید می‌کند. به عنوان مثال اگر بخواهیم چرخش مکانیکی محور را به ۱۰۰۰ قسمت تقسیم کنیم، می‌توان از اینکودری استفاده کرد که ۱۰۰۰ سیکل موج مربعی به ازای هر دور چرخش ایجاد نماید. با استفاده از یک شمارنده برای شمارش این سیکل‌ها، می‌توانیم بفهمیم که محور چقدر چرخیده است. اطلاعات مربوط به سرعت نیز با اندازه‌گیری زمان بین پالس‌ها یا شمارش تعداد پالس‌ها در یک زمان معین، به دست می‌آید. تنها محدودیت موجود، ظرفیت حافظه شمارنده خواهد بود. تعداد سیکل‌ها در هر دور چرخش نیز به وسیله فاصله فیزیکی علائم روی دیسک چرخان و کیفیت نور مورد استفاده محدود می‌شود. این انکودر صرفاً موقعیت نسبی جسم چرخان نسبت به موقعیت اولیه اندازه‌گیری می‌کند و به همین دلیل انکودرهای نسبی نام گرفته‌اند. انکودر نسبی فقط یک خروجی داشته و قادر به تشخیص جهت نیست. در این نوع انکودر نمی‌توان مشخص کرد که جسم در جهت ساعتگرد می‌چرخد یا پادساعتگرد.



شکل ۲۲: ساختار انکودر نسبی

### ۴-۲-۲- انکودر افزایشی (Incremental Encoder)

برای رفع مشکل انکودرهای نسبی در تشخیص جهت، از انکودرهای افزایشی استفاده می‌شود. اگر انکودر صرفاً دارای یک ردیف پالس باشد، نمی‌تواند به درستی جهت چرخش را نشان دهد؛ بنابراین باید یک ردیف پالس دومی نیز داشته باشد. به این منظور باید یک فرستنده و گیرنده نوری دیگر به مجموعه اضافه شود. غالب انکودرهای افزایشی برای اندازه‌گیری موقعیت از دو کانال خروجی که با هم ۹۰ درجه اختلاف فاز دارند استفاده می‌کنند. این امر ما را قادر می‌سازد لبه‌ها را بشماریم و وضعیت کانال دوم را در مدت این انتقال بررسی کنیم. با استفاده از این اطلاعات می‌توان محاسبه کرد آیا A جلوتر از B است یا خیر، و در نتیجه جهت چرخش را به دست آورد.



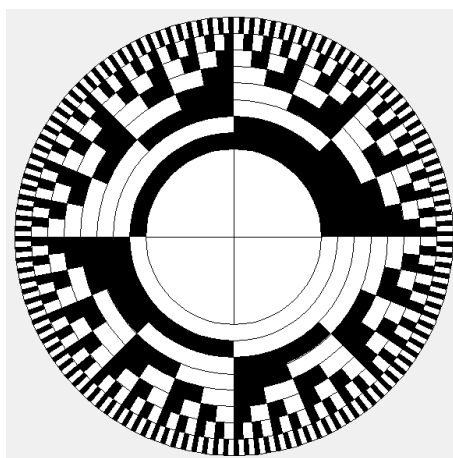
شکل ۲۳: ساختار انکودر افزایشی

### ۴-۲-۳- انکودر مطلق (Absolute Encoder)

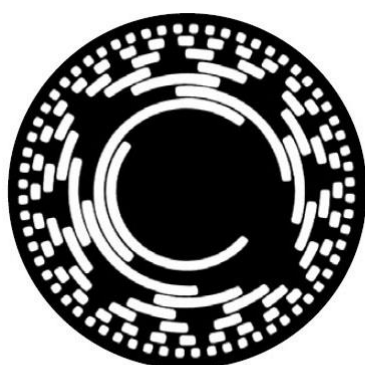
بزرگ‌ترین اشکال انکودرهای افزایشی این است که شمارش پالس‌های آن در یک شمارشگر خارجی ذخیره می‌شود. اگر برق قطع شود یا به هر دلیل اختلال پیدا کند، شمارش گم خواهد شد. این بدان معناست که چنانچه تغذیه را از یک ماشین الکتریکی با انکودری که دارای چرخاننده الکتریکی است بگیریم، انکودر دیگر موقعیت صحیح را نخواهد دانست. برای حل این مشکل از انکودرهای مطلق استفاده می‌شود و در این صورت



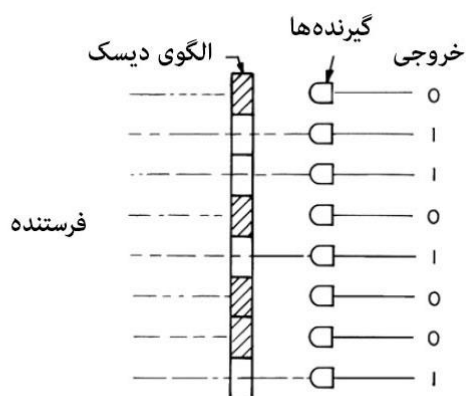
ماشین همیشه موقعیتش را خواهد دانست. به عبارت دیگر، انکودر افزایشی سرعت را مشخص می‌کند؛ ولی انکودر مطلق علاوه بر سرعت مکان روتور را نیز مشخص می‌کند.



شکل ۲۴: دیسک انکودر مطلق ۸ بیتی با کدگذاری دودویی (Binary)



دیسک انکودر



شکل ۲۵: دیسک انکودر مطلق ۸ بیتی با کدگذاری گری (Gray)

در انکودر مطلق از یک دیسک (صفحه) شفاف استفاده می‌شود که بخش‌های خاصی از آن سیاه شده‌اند (شکل ۲۴ و ۲۵). دیسک دارای چندین حلقه به فرم دایره‌های متحدالمرکز است که با حرکت از مرکز دیسک به سمت محیط آن، تقسیم‌بندی هر حلقه نسبت به حلقه داخلی‌تر ۲ برابر می‌شود. اولین حلقه که داخلی‌ترین حلقه‌هاست یک قسمت شفاف و یک قسمت تیره خواهد داشت، حلقه سوم چهار قسمت شفاف و چهار قسمت تیره دارد و الی آخر. چنانچه هر حلقه از انکودر مطلق دارای دو برابر قطعه از حلقه قبلی خود باشد بین شماره‌ها یک سیستم باینری برقرار می‌شود. بسته به تعداد حلقه‌ها، انکودر قادر به تولید  $2^n$  موقعیت مجزا (بیت) با رزولوشن یا وضوح زاویه‌ای  $360/2^n$  درجه است. برای مثال، اگر بر روی یک دیسک ۸ حلقه وجود داشته باشد، این انکودر قادر به تولید ۲۵۶ موقعیت مجزا با وضوح زاویه‌ای ۱,۴۰۶ درجه (۳۶۰/۲۵۶) است.

این دیسک در میان چندین گیرنده و فرستنده مادون قرمز قرار می‌گیرد. در این نوع انکودر به ازای هر حلقه روی دیسک یک منبع نور و دریافت کننده آن وجود دارد. در هر لحظه تعدادی از این گیرنده‌ها صفر و برخی یک را نشان می‌دهند. بدین ترتیب یک عدد باینری به دست می‌آید که زاویه‌ای بین صفر تا ۳۶۰ درجه را نشان می‌دهد.

به این ترتیب انکودر مطلق برای هر نقطه از روتور یک کد منحصر به فرد تولید می‌کند. همان طور که مشخص است، در این نوع انکودر در صورتی که تغذیه قطع شود، با وصل مجدد تغذیه بی‌درنگ کد صحیح موقعیت دیسک آشکار می‌شود.

### ۳-۴- انکودر در صنعت آسانسور

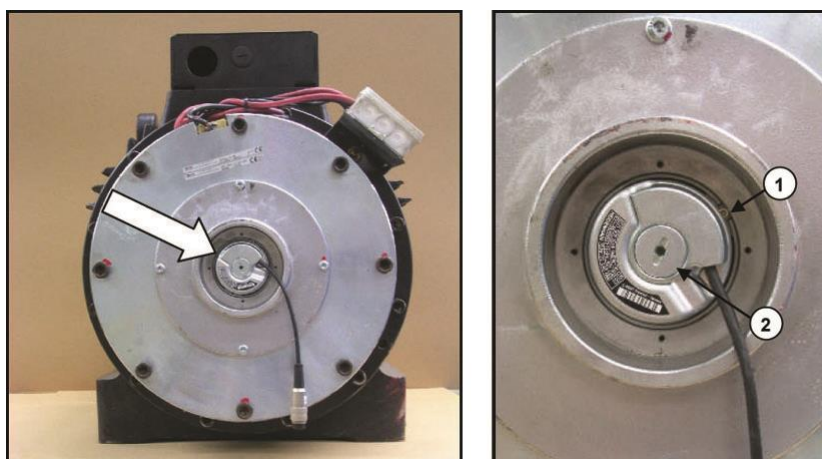
روش‌های کنترل سرعت موتور هر چه باشد (کنترل ولتاژ-فرکانس، کنترل برداری و...)، به دو صورت حلقه باز (Open Loop) و حلقه بسته (Close Loop) قابل اجرا می‌باشند. در حالت حلقه باز فیدبک سرعت از موتور به طور مستقیم در دسترس نیست و اینورتر سرعت موتور را بر اساس محاسبات خود پیش‌بینی می‌کند. این روش کنترل سرعت دقیق نیست و برای موتورهای با سرعت حداکثر ۱ متر بر ثانیه پیشنهاد می‌شود.

در حالت حلقه بسته، با استفاده از انکودر دوار (شفت انکودر) فیدبک سرعت در اختیار اینورتر قرار می‌گیرد و در نتیجه خروجی اینورتر همواره بر اساس سرعت لحظه‌ای موتور تنظیم می‌شود. به این ترتیب تغییرات محیطی مانند بار کابین و ولتاژ شبکه در عملکرد سیستم تأثیر کمتری دارد.

در صنعت آسانسور برای موتورهای گیربکسی از انکودرهای افزایشی استفاده می‌شود که صرفاً فیدبک سرعت و جهت چرخش موتور را به دست می‌دهند، اما برای موتورهای گیرلس از انکودر مطلق استفاده می‌شود که علاوه بر دو پارامتر فوق، موقعیت دقیق موتور را نیز به دست می‌دهد. با توجه به این که کنترل موتورهای گیرلس در مُد Servo انجام شده و در این روش اساساً تشخیص موقعیت لحظه‌ای شفت موتور لازم است، استفاده از انکودرهای افزایشی راهگشا نخواهد بود.



شکل ۲۶: نمونه انکودر مورد استفاده در موتورهای گیرلس  
راست: هایدن‌هاین ECN1313 - چپ: هایدن‌هاین ECN413

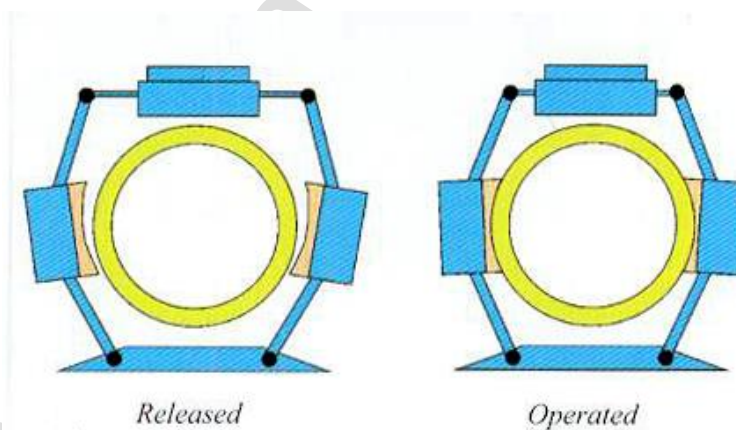


شکل ۲۷: نمونه اتصال انکودر بر روی شفت موتور

### ۵- ترمز الکترومکانیکی موتورهای گیرلس

ترمز مکانیکی موتور گیرلس، به صورت یک ترمز نگهدارنده الکترومکانیکی (یا ترمز استاتیک) طراحی می‌شود. ولی، در وضعیت‌های اضطراری (توقف اضطراری یا قطعی برق موتور یا قطع برق واحد کنترل) باید پیش از این که پاراشوت سرعت وارد عمل شود و کابین را متوقف کند، به طور مستقل و فوراً آسانسور را متوقف کند (ترمز دینامیک).

در گذشته، برای این منظور از ترمزهای کشکی الکترومکانیکی یا هیدرولیکی با دو کفشک ترمز در موتورهای گیربکس‌های قدیمی استفاده می‌شد.



شکل ۲۸: نمای شماتیکی از یک ترمز کشکی

هنوز هم در سطح وسیعی از این نوع ترمزها استفاده می‌شود. ولی آنها دیگر برای آسانسورهای جدید بدون موتورخانه (MRL) کارایی ندارند. این طرح‌های MRL به ترمزهای بسیار فشرده و کم صدا نیاز دارند، چرا که موتورهای آسانسورهای جدید در اکثر موارد، مستقیماً در چاه آسانسور نصب شده‌اند. در فصل ۱۲،۴ استاندارد EN81-1، عبارت زیر در مورد ترمزهای آسانسور آورده شده است:

«این ترمز (الکترومکانیکی) به خودی خود باید توانایی توقف موتور را زمانی که کابین با ۱۲۵٪ بار نامی و با سرعت نامی به پایین حرکت می‌کند داشته باشد. (...) از تمام مولفه‌های مکانیکی ترمز که در فرآیند ترمز کفشک بر روی دیسک یا غلتک به کار گرفته می‌شوند، باید دو سری نصب شود.»

یک ترمز قابل اطمینان دارای سیستم پایش (مانیتورینگ) آزاد شدن (کنترل حالت متغیر) همچنین امکان حفاظت در برابر حرکت ناخواسته آسانسور را، هنگامی که درهای آن باز هستند، فراهم می‌کند، چون با توجه به سرعت پایین، پاراشوت در اینجا اثری ندارد. علاوه بر آن، این سیستم مانع از این می‌شود که وقتی ترمزها فعال هستند، موتور شروع به حرکت کند.

### ۱-۵- چگونگی عملکرد

ترمزهای الکترومکانیکی دو مداره بر اساس اصل خرابی بی‌خطر طراحی شده است. وقتی که برق قطع شود، آنها بسته می‌شوند. و به این ترتیب وقتی با قطعی برق یا ترمز اضطراری مواجه باشیم، خطری وجود نخواهد داشت.

هنگامی که برق ترمز قطع باشد، چندین فنر فشاری در داخل ترمز به دیسک آرمیچر فشار می‌آورند. روتور ترمز با لنت‌های ترمز چسبیده به آن (دیسک ترمز)، که با یک زبانه به محور موتور قفل شده است، بین دیسک آرمیچر و فلنج موتور ساندویچ می‌شود. در این حالت، حرکت موتور متوقف شده و ترمز آن را در جای خود نگاه می‌دارد. اگر کوئل مغناطیسی ترمز برقرار شود، یک میدان مغناطیسی به وجود می‌آید که دیسک آرمیچر را به سمت فنرها برده و آنها را جمع می‌کند و به این ترتیب، «دیسک ترمز» و به دنبال آن شفت موتور آزاد می‌شود. در شرایط برقداری، ترمز آزاد شده و موتور آسانسور می‌تواند آزادانه حرکت کند.

برای این که سیستم ایمنی در شرایط اضطراری نیز به این سادگی عمل کند، ولتاژ مورد نیاز باید با استفاده از یوپی‌اس تامین شود. ترمز همچنین می‌تواند به یک دسته آزاد کننده مکانیکینیز داشته باشد. در وضعیت اضطراری، یک فرد آموزش دیده می‌تواند کابین را به طور دستی یا با استفاده از یک سیستم آزاد کننده دستی فعال شونده با کابل آزاد کند تا به طبقه بعدی برسد.



شکل ۲۹: ترمز موتورهای گیرلس

## بخش دوم: نکات مهم در انتخاب، نصب و راه‌اندازی موتورهای گیرلس

در انتخاب، نصب و راه‌اندازی هر سیستمی عوامل بسیاری دخیل هستند که باید مجموعه آنها را در کنار هم و به صورت یک پارچه در نظر گرفت. از سوی دیگر اصولی وجود دارند که در هر پروژه‌ای فارغ از نوع تجهیزات و سیستم‌های به کار رفته باید رعایت شوند. در ادامه مبحث، سعی شده تا حد امکان مهمترین و تاثیرگذارترین عوامل و مولفه‌هایی را که در هنگام تجربه کار با سیستم‌های گیرلس باید به آن توجه شود به صورت دسته‌بندی شده ذکر کرده و درباره هر ک تا حد نیاز توضیح داده شود.

ذکر این نکته حائز اهمیت است که هر چند سعی شده تا جای ممکن مباحث به طور جامع و کلی، مستقل از محصول و برند خاصی ارائه شده باشد، هر جا که نیاز بوده، مقادیر و نکات عملی کار با موتورهای ZIEHL-ABEGG توضیح داده شده است و مثال‌های عملی نیز بر اساس محصولات این شرکت ارائه شده‌اند.

### ۱-۶- نکات مهم در طراحی آسانسور و انتخاب موتور گیرلس

- کاربری و ترافیک ساختمان؛
- ارتفاع ساختمان و چگونگی ترافیک ساختمان (Duty Cycle یا نسبت زمان استفاده به زمان کل)؛
- مجموع بارها (وزن‌ها) وارده به فلکه کششی (Static Load) و تناسب آن با مشخصات موتور؛
- سیستم بکسل‌بندی ۱:۱ یا ۲:۱ یا بیشتر؛
- روش نصب (وزنه بغل، وزنه پشت)، فلکه‌بندی، تعداد، جانمایی و چیدمان فلکه‌های هرزگرد؛
- آشنایی با انواع شیارهای فلکه، خصوصیات و تأثیر آن در محاسبات؛
- نحوه تامین شرایط و الزامات استاندارد (به خصوص در آسانسورهای MRI)؛
- قطر فلکه کشش موتور و سیم بکسل مورد استفاده؛
- تناسب مشخصات فنی انکودر موتور گیرلس با اینورتر و تابلو.

### ۱-۶-۱- دسته بندی ساختمان‌ها از نظر ترافیکی

راهنمای VDI 4704 نخستین روش طبقه‌بندی مصرف انرژی آسانسور است که با ایجاد مبنایی برای اندازه‌گیری و محاسبه نیازهای انرژی، امکان اظهارنظر و طبقه‌بندی آسانسورها را بر اساس ضوابط استاندارد فراهم می‌آورد. وجود یک تاییدیه (گواهی‌نامه)، به منزله راهنمایی برای مدیران خرید، نصابان، معماران و تکنیسین‌هایی است که باید نیازهای سیستم خود را از نظر مصرف انرژی ارزیابی کنند. علاوه بر این، وجود تاییدیه امکان این را فراهم می‌آورد که مالکان به درستی نیازهای انرژی آسانسور خود را ارزیابی کنند، و امکان صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش هزینه‌ها را برای آنها ایجاد می‌کند.

در حقیقت تولیدکنندگان مستقیماً نمی‌توانند کلاس انرژی آسانسور خود را تعیین، و برچسب انرژی را بر روی آن نصب کنند. آسانسورهایی که نصب می‌شوند تک تک باید ارزیابی شوند، زیرا مصرف انرژی آسانسور بر اساس نوع ساختمان و دسته‌بندی آسانسور، به دو بخش (آماده به کار و در حال کار) تقسیم می‌شود.

بر مبنای این راهنما آسانسورها از نظر میزان مصرف مطابق جدول ۱، به پنج گروه یا کلاس مجزا تقسیم می‌شوند. همان‌طور که از این جدول مشخص است، یک آسانسور مدت زمان زیادی را در حالت «آماده به کار» به سر خواهد برد. این زمان برای آسانسورهای مسکونی کوچک و متوسط بسیار چشمگیر است.

جدول ۱: دسته‌بندی آسانسورها بر مبنای دفعات استفاده و کاربرد مطابق با VDI4707

دسته	۱	۲	۳	۴	۵
دفعات استفاده	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
میانگین زمان کار (ساعت در روز)	کمتر از ۰.۳ ساعت در روز	بیش از ۰.۳ و کمتر از ۱ ساعت	بیش از ۱ و کمتر از ۲ ساعت	بیش از ۲ و کمتر از ۴.۵ ساعت	بیش از ۴.۵ ساعت
میانگین زمان آماده به کار	۲۳.۸ ساعت	۲۳.۵ ساعت	۲۲.۵ ساعت	۲۱ ساعت	۱۸ ساعت
نوع ساختمان و کاربرد	♦ مسکونی تا ۶ طبقه ♦ ادارات کوچک	♦ مسکونی تا ۲۰ طبقه ♦ ادارات کوچک ♦ بین ۲ تا ۵ طبقه ♦ هتل‌های کوچک	♦ مجتمع مسکونی بین ۲۰ تا ۵۰ طبقه ♦ هتل و ادارات متوسط	♦ مجتمع مسکونی و ادارات با بیش از ۵۰ طبقه ♦ هتل‌های مرتفع ♦ بیمارستان‌های کوچک و متوسط	♦ ادارات با بیش از ۱۰۰ متر ارتفاع ♦ بیمارستان‌های بزرگ

## ۲-۱-۶- سیستم تعلیق موتورهای گیرلس در صنعت آسانسور

- در زمینه سیستم تعلیق و قرقره، سیستم‌های گیرلس موجود را می‌توان با به صورت ۱:۲ یا ۱:۱ مستقیم به کار برد. مشکل‌ترین بخش کار تنظیم صحیح سیستم‌های ۱:۱ است که عمدتاً در کنار قرقره‌های کششی بزرگ (با قطر بالا) به کار می‌روند. برای تنظیم صحیح این نوع از سیستم‌ها باید موتورهای گیرلسی به کار برد که تعداد قطب بالایی داشته باشند؛ تا با کاهش پرش‌های سیم بکسل آسایش مسافر در سرعت‌های پایین و خیلی پایین تضمین شود. کاربرد انکودر باعث می‌شود که اندازه گام پرش به اندازه دلخواه قابل تنظیم باشد، یعنی تفکیک‌پذیری متغیر امکان پذیر باشد. همچنین کاربرد اینورتر برای تضمین امکان گردش خیلی آهسته این موتورها مناسب خواهد بود.

## ۳-۱-۶- فلکه کشش کم اصطکاک

- تمایل بازار امروز به سمت کاهش قطر فلکه کشش است. این امر با استفاده از سیم‌بکسل‌های مناسب برای نسبت قطر قرقره به ریسمان ( $D/d$ ) کمتر از ۴۰ انجام می‌شود که الزام استاندارد است. امروزه بعد از تحقیق و پژوهش‌های بسیار می‌توان عمر و کارکرد این قبیل سیم‌بکسل‌ها را در قرقره‌هایی با قطر کم تضمین کرد، حتی اگر نسبت قطر  $D/d$  فقط ۳۰ باشد.

- تنها عیب این سیم‌بکسل‌های قطر پایین، تعداد آن‌ها و مشکل بودن متعادل کردن تنش آن‌ها است. استفاده از قرقره‌های کششی کوچک باعث کاهش ابعاد موتور و در نتیجه کاهش قیمت آن خواهد شد.

- مثال: در آسانسوری با سیستم تعلیق ۱:۲ با بار نامی ۶۳۰ کیلوگرم و سرعت نامی یک متر بر ثانیه، با قطر قرقره ۲۰۰ تا ۲۱۰ میلی‌متر، نیازمند گشتاوری حدود ۲۰۰ نیوتن‌متر خواهیم بود. اگر بخواهیم با رعایت نسبت قطر فلکه کشش به سیم‌بکسل ۴۰ از سیم‌بکسل‌های معمولی با قطر ۱۰ میلی‌متر استفاده کنیم، نیازمند قرقره‌ای با قطر ۴۰۰ میلی‌متر خواهیم بود که خود نیازمند گشتاوری نه به اندازه ۲۰۰، بلکه ۴۰۰ نیوتن‌متر است. بنابراین موتور حاصله دو برابر بزرگ‌تر از موتور ۲۰۰ نیوتن‌متر محاسبه می‌شود که قیمت بسیار بالاتری دارد. حتی اگر بخواهیم با موتور ۱:۱ کار کنیم، موارد فوق‌الذکر قابل توجه خواهند بود. موتورهای مورد نیاز دو برابر بزرگ‌تر از موتورهای مورد استفاده در سیستم کششی خواهند بود و قیمت آن‌ها هم تقریباً دو برابر خواهد بود.

#### ۴-۱-۶- فلکه‌بندی و چیدمان فلکه‌های هرزگرد

در تجدید نظر اول مقررات ایمنی ساختار و نصب آسانسور، قسمت اول-آسانسورهای برقی (۱۳۹۳) محاسبات سیم‌بکسل دستخوش تغییرات عمده‌ای شده‌اند. در این ویرایش (که منطبق با استاندارد اروپایی EN81-1:2000) است، مبحث مربوط به فشار مخصوص حذف شده، محاسبات سرخوردگی در حالات بیشتر و توسعه یافته‌تری بررسی می‌شود، روابط و دسته‌بندی‌های محاسبه ضریب اصطکاک شیار متفاوت است و مهم‌تر از همه، محاسبه ضریب اطمینان به طور کامل تغییر کرده و تابعی از تعداد، قطر فلکه‌ها و به خصوص چیدمان آنها است.

حداقل مقدار مجاز ضریب ایمنی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$S_f = 10^{\left( \frac{\log \left( \frac{695.85 \times 10^6 \times N_{equiv}}{\left( \frac{D_t}{d_r} \right)^{8.567}} \right)}{\log \left( 77.09 \times \left( \frac{D_t}{d_r} \right)^{-2.894} \right)} \right)}$$

که در آن  $N_{equiv}$  تعداد معادل فلکه‌هاست که خود از رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$N_{equiv} = N_{equiv(t)} + N_{equiv(p)}$$

$N_{equiv(t)}$  تعداد معادل فلکه کشش است که تابعی از نوع شیار و زوایای آن است و از جدول ۱ پیوست ۳ به دست می‌آید.

جدول ۲: تعداد معادل فلکه کشش (طبق جدول ۱ پیوست ژ تجدید نظر اول استاندارد ملی ۱-۶۳۰۳)

۴۵°	۴۲°	۴۰°	۳۸°	۳۶°	۳۵°	--	زاویه شیار ( $\gamma$ )	شیارهای V شکل
۴/۰	۵/۶	۷/۱	۱۰/۵	۱۵/۲	۱۸/۵	--	$N_{equiv(t)}$	
۱۰۵°	۱۰۰°	۹۵°	۹۰°	۸۵°	۸۰°	۷۵°	زاویه زیربرش ( $\beta$ )	شیارهای زیربرش دار U/V
۱۵/۲	۱۰/۰	۶/۷	۵/۰	۳/۸	۳/۰	۲/۵	$N_{equiv(t)}$	

از  $N_{equiv(p)}$  تعداد معادل فلکه‌های هرزگرد است که تابعی مستقیم از ضریب نسبت قطر فلکه کشش به میانگین قطر فلکه‌های هرزگرد، و نحوه عبور سیم‌بکسل از روی فلکه‌ها (خم ساده، خم معکوس) است و رابطه آن عبارت است از:

$$N_{equiv(p)} = K_p \times (N_{ps} + 4 \times N_{pr})$$

که در آن  $K_p$  ضریب نسبت قطر فلکه کششی به فلکه‌های هرزگرد است و برابر است با:

$$K_p = \left( \frac{D_t}{D_p} \right)^4$$

از رابطه حداقل مقدار مجاز ضریب ایمنی واضح است که هر چه  $N_{equiv}$  بیشتر باشد، حد پایین ضریب ایمنی نیز افزایش خواهد یافت. موارد زیر در کاهش مقدار عددی  $N_{equiv}$  و در نتیجه کاهش حداقل مقدار مجاز ضریب ایمنی موثر است:

- با توجه به جدول ۱ پیوست ژ هر چه زاویه شیار فلکه V شکل سخت کاری شده بیشتر یا زاویه زیربرش شیارهای دارای زیربرش کمتر باشد، مقدار  $N_{equiv(t)}$  کاهش می‌یابد؛
- هر چه میانگین قطر فلکه‌ها هرزگرد نسبت به فلکه کشش بیشتر باشد، مقدار  $N_{equiv(p)}$  کمتر خواهد شد؛
- هر چه تعداد فلکه‌ها و به تبع آن خم‌ها کمتر باشد، مقدار  $N_{equiv(p)}$  کمتر خواهد شد؛
- با توجه به آن که خم معکوس با ضریب ۴ در رابطه وارد می‌شود، پرهیز از خم معکوس تا جای ممکن (به خصوص در نصب به صورت وزنه پشت)، در کمتر شدن  $N_{equiv(p)}$  به شدت موثر است.



## ۲-۶- نکات مهم در نصب و راه اندازی آسانسور مجهز به موتور گیرلس

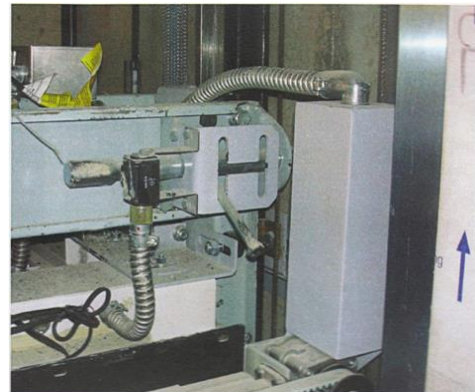
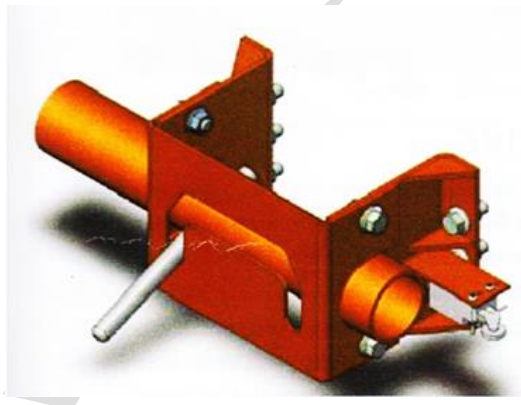
- لزوم آشنایی و تسلط بر تکنیک‌های فنی و ضوابط استاندارد آسانسورهای گیرلس و به خصوص MRL؛
- لزوم طراحی و مهندسی قبل از خرید و نصب (محاسبات، نقشه کشی، انتخاب مناسب اجزاء)؛
- لزوم انتخاب تابلو فرمان و اینورتر حرفه‌ای متناسب با نوع و مشخصات فنی موتور گیرلس و الزامات استاندارد (تناسب کارت انکودر اینورتر با مشخصات انکودر گیرلس و ظرفیت اینورتر با آمپر موتور)

## ۳-۶- نکات مهم در خصوص نصب موتور گیرلس در موتورخانه

- طراحی مناسب جهت جانمایی محل نصب موتور، هرزگردها و سربکسل جهت تامین زاویه  $\alpha$  مناسب و نصب مناسب سیم‌بکسل‌ها؛
- رعایت ضوابط استاندارد در خصوص دسترسی به موتور و اجزایی که نیاز به بازرسی و سرویس دارند؛
- تامین شرایط ایمن و استاندارد در موقع نجات اضطراری؛
- طراحی و ساخت شاسی مناسب برای نصب موتور و هرزگردها.

## ۴-۶- نکات مهم در خصوص نصب موتور گیرلس در داخل چاه (آسانسورهای MRL)

- تحلیل و برآورد مقدار و محل نیروهای وارده بر ریل‌ها و سازه آسانسور؛
- طراحی و ساخت مناسب اجزا اتصال دهنده موتور و صفحات سربکسل؛
- لزوم رعایت ضوابط استاندارد (به خصوص فضای جان پناه، نحوه دسترسی به اجزا داخل چاه، نحوه خروج ایمن سرویس کار از چاه آسانسور و...)
- طراحی و نصب پارک پلیت (Park Plate) در جای مناسب؛
- جانمایی و نصب گاورنر مناسب در داخل چاه؛
- جانمایی و نصب تابلو فرمان مناسب در محلی که ضوابط استاندارد رعایت شود؛
- لزوم تامین شرایط و امکانات نجات اضطراری طبق ضوابط استاندارد.



شکل ۳۰: نمونه پارک پلیت (Park Plate)

## ۵-۶- نکات مهم درباره خصوصیات الکتریکی موتور گیرلس

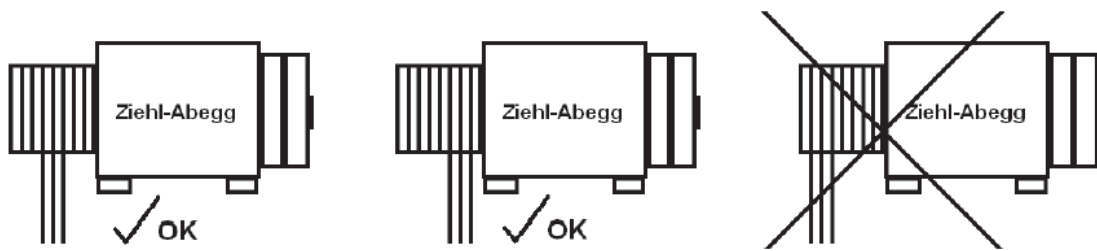
- موتورهای سنکرون مغناطیس دائم نسبت به اتصال کوتاه مبدل که منجر به افزایش شدید جریان می‌شود، حتی برای مدت زمان کم به شدت آسیب‌پذیر هستند؛
- امکان به کارگیری موتور در سرعت‌های بالاتر از سرعت نامی ساده نیست؛
- هیچگاه برای تغییر جهت حرکت موتور نباید ترتیب فازها عوض شوند. این کار صرفاً باید به صورت نرم افزاری توسط اینورتر صورت گیرد؛
- در صورتی که سه فاز استاتور اتصال کوتاه شوند، موتور خاصیت خودترمزی (Self-Braking) پیدا می‌کند. بنابراین سیستم کنترل و تغذیه موتور باید به گونه‌ای طراحی شود که در زمان‌هایی که قرار نیست موتور حرکت کند، فازهای موتور اتصال کوتاه شوند؛
- به علت تعداد قطب‌های بالاتر معمولاً فرکانس نامی کمتر از ۵۰ هرتز و ولتاژ آنها نیز ممکن است کمتر از ۳۸۰ ولت باشد؛
- امکان اتصال مستقیم این موتورها به برق سه فاز شبکه ممکن نیست؛

## ۶-۶- نکات مهم درباره نگهداری موتور گیرلس پیش از نصب

- موتور را دور از آب و آلودگی و شرایط سخت (خورندگی نمکی، اسیدی، مواد شیمیایی و...) انبار کنید؛
- محل نگهداری بسیار گرم یا بسیار سرد نباشد (بین ۶۰+ تا ۲۰- درجه سانتیگراد)؛
- محل نگهداری رطوبت شدید نداشته باشد (ممکن است چگالش رطوبت به صورت آب به اجزای موتور آسیب برساند)؛
- توصیه می‌شود بیش از یک سال بین زمان خرید موتور و نصب آن فاصله نیفتد؛
- در صورت انبار کردن طولانی، موتور را قبل از نصب از نظر فک‌های ترمزی و اکسید نشدن بازرسی کنید. فلکه موتور را با دست بچرخانید و صدای بلبرینگ‌ها را چک کنید.

## ۷-۷- نکات مهم در نصب مکانیکی موتور گیرلس

- قبل از شروع به نصب موتور و به ویژه کابل‌های آن را چک کنید که آسیبی ندیده باشد؛
- هنگام نصب موتور، فک‌های ترمز را بپوشانید تا گرد و خاک و براده بین دیسک‌ها وارد نشود؛
- بدون مجوز سازنده موتور را در چاهک استفاده نکنید. به صورت پیش فرض سیم‌بکسل‌های باید بر پایه‌های موتور عمود باشند. حداکثر زاویه پیچش قابل قبول را از سازنده بخواهید؛
- تعداد سیم‌بکسل‌های لازم را از سازنده بپرسید. لزوماً به تعداد شیارهای موجود نباید سیم‌بکسل روی فلکه انداخته شود؛
- در صورتی که برخی از شیارهای فلکه موتور خالی می‌ماند (طبق محاسبات سازنده)، در وهله اول تعداد شیارهای برابری را از دو طرف فلکه خالی بگذارید. در غیر این صورت شیارهای را از سمت موتور به بیرون پر کنید؛



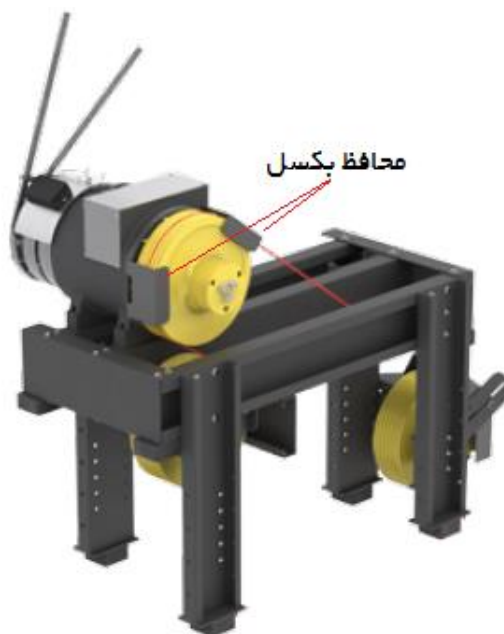
شکل ۳۱: شیوه صحیح عبور سیم‌بکسل از روی فلکه کشش

- به پوسته موتور فشار بیش از حد وارد نکنید (به عنوان مثال به عنوان پایه اهرم از آن استفاده نکنید)؛
- به هیچ عنوان روی موتور جوشکاری انجام ندهید و از آن به عنوان نقطه اتصال به زمین (ارت) استفاده نکنید. با این کار به مگنت‌ها و بلبرینگ‌های موتور آسیب جدی وارد خواهید کرد؛
- هوا باید به خوبی در اطراف موتور جریان داشته باشد؛
- بین ترمز و دیوار فاصله مناسبی بگذارید تا در صورت لزوم به راحتی به انکودر دسترسی داشته باشید (بین ۷ تا ۱۶ سانتی‌متر. برای اطلاع از میزان دقیق این فاصله به دفترچه راهنمای موتور مراجعه کنید)؛
- شماره پیچ مناسب برای بستن موتور به پایه را از سازنده بخواهید. حداقل ۱/۵ برابر شماره پیچ باید درون سوراخ موتور بسته شود (به عنوان مثال پیچ M16 باید ۲۴ میلی‌متر درون سوراخ کف موتور بسته شود)؛
- حداکثر میزان مجاز ناصافی پایه موتور ۳ میلی‌متر است؛
- پیچ‌های اتصال موتور به پایه را به صورت صریحی ببندید و به میزان لازم سفت کنید (شرکت‌های سازنده میزان سفتی پیچ را برحسب نیوتن‌متر در دفترچه راهنما می‌نویسند)؛
- از مواد عایق یا بافرهای پلاستیکی مناسب برای جذب لرزش‌های موتور استفاده کنید؛
- کلیه موتورهای ZIEHL-ABEGG به همراه دو محافظ سیم‌بکسل تحویل می‌شوند. پس از انداختن بکسل‌ها، محافظ‌های بکسل را دوباره ببندید و راستای آن دو را تنظیم کنید؛
- فاصله بین سیم‌بکسل‌ها و هر یک از محافظ‌ها باید ۲-۳ میلی‌متر باشد؛
- در صورتی که موتور به صورت معکوس نصب شده و سیم‌بکسل‌ها بالا می‌روند، حفاظ مناسب جهت جلوگیری از ورود اشیای خارجی به فاصله بین فلکه کشش و سیم‌بکسل باید تعبیه شود

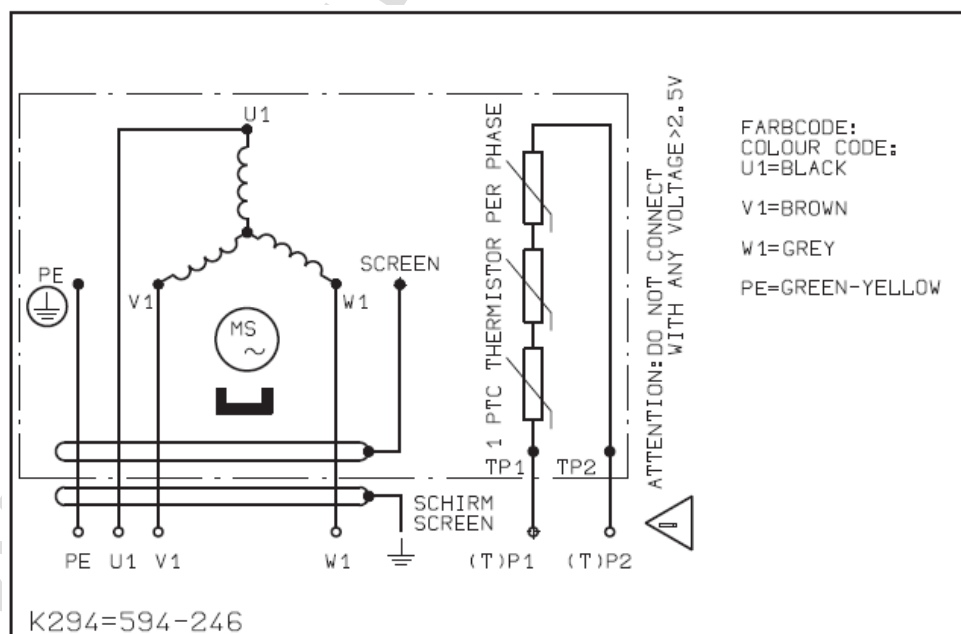
#### ۸-۶- نکات مهم در نصب الکتریکی موتور گیرلس

- کابل سه فاز موتور باید شیلددار باشد. حداکثر طول مجاز برای کابل سه فاز موتور ۲۵ متر است؛
- فازهای موتور در دو سمت موتور و انکودر باید به درستی وصل شوند و نباید ترتیب آنها را تغییر داد. در غیر این صورت ممکن است موتور به طور غیرقابل کنترلی سرعت بگیرد؛

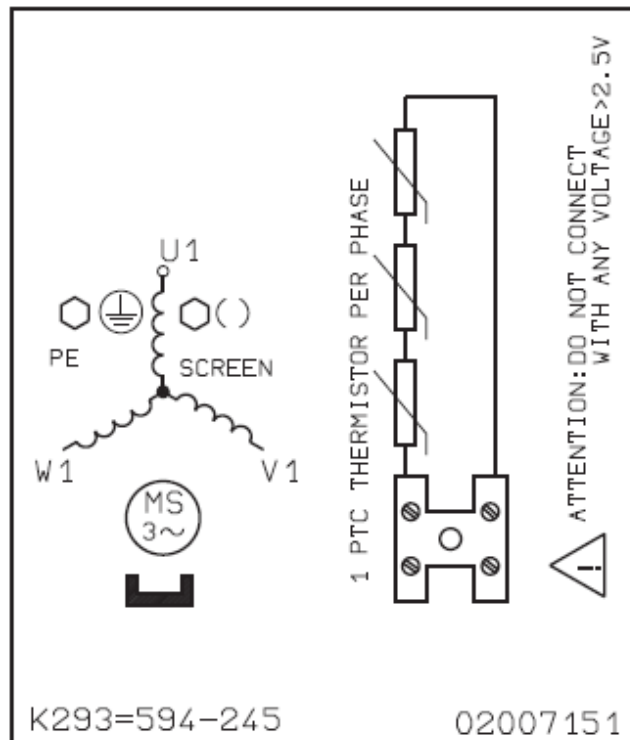
- موتور با استفاده از ترمیستورهای ضریب حرارتی مثبت (PTC) حفاظت می‌شود. اتصال موتور باید به نحوی باشد که کنترلر ترمیستورهای حرارتی در مدار قرار گیرد (به FTO تابلو فرمان وصل شود). حداکثر ولتاژ مجاز برای تست ترمیستورهای حرارتی برابر ۲/۵ ولت DC است؛
- مطمئن شوید کنتاکتورهای موتور در طرف کنترلی زیر بار سوئیچ نکنند. تیغه‌های کنتاکتور ممکن است هنگام سوئیچ زیر بار آسیب ببینند، به خصوص زمانی که سرعت برابر صفر باشد. از این رو کنترلر باید بتواند همواره قبل یا همراه با کنتاکتورهای اصلی تغییر وضعیت (سوئیچ) دهد.



شکل ۳۲: محافظ‌های سیم بکسل



شکل ۳۳: دیاگرام سیم‌کشی موتورهای مدل SM200.30C و SM200.20C, SM200.15C, SM160.30B



شکل ۳۴: دیاگرام سیم‌کشی موتورهای مدل SM225.60B و SM225.45C, SM225.40B, SM200.40C

#### ۹-۶- نکات مهم درباره انکودر موتورهای گیرلس

- هرگز پین‌های انکودر یا پین‌های کابل آن را با دست لمس نکنید. تخلیه الکترواستاتیکی ممکن است به انکودر آسیب برساند؛
- قبل از لمس بدنه فلزی انکودر، با لمس یکی از قطعاتی که اتصال به زمین دارد، از الکتریسته ساکن بدن خود را تخلیه کنید تا هر گونه احتمال آسیب به انکودر در اثر تخلیه الکترواستاتیکی منتفی گردد؛
- کابل انکودر باید شیلددار باشد. توصیه اکید می‌شود از کابلی که از سوی سازنده در اختیار شما قرار می‌گیرد استفاده کنید؛
- پوشش انکودر و شفت آن باید از نظر الکتریکی از پوسته موتور و شفت آن ایزوله و مجزا باشند. روکش کابل تنها در محل‌های اتصال (پایانه‌ها) باید برداشته شود.
- انکودر را بر اساس راهنمای سوکت‌های آن به اینورتر وصل کنید؛
- موتورهای گیرلس ZIEHL-ABEGG به صورت استاندارد با انکودر ECN1313 شرکت هایدن‌هاین با سوکت SV120 تحویل می‌شوند. جدول زیر مشخصات سوکت انکودر و رنگ‌بندی سیم‌های آن را نشان می‌دهد.

جدول ۳: رنگ‌بندی سیم‌های انکودر هایدن‌هاین ECN1313

5m or 10m cable color	Operation	PIN NUMBER	245 mm connector color
طوسی	UP	1b	قهوه ای سبز
بنفش	Clock	2b	بنفش
قرمز	-B	3b	قرمز - مشکی
صورتی	0 V	4b	سفید - سبز
آبی - قرمز	-A	5b	زرد - مشکی
سفید	DATA	6b	طوسی
قهوه ای	$\overline{\text{DATA}}$	1a	صورتی
صورتی - طوسی	+A	2a	سبز - مشکی
زرد	Sensor 0 V	3a	سفید
آبی	+B	4a	آبی - مشکی
مشکی	$\overline{\text{Clock}}$	5a	زرد
سبز	Sensor UP	6a	آبی

ECN 1313 pin layout

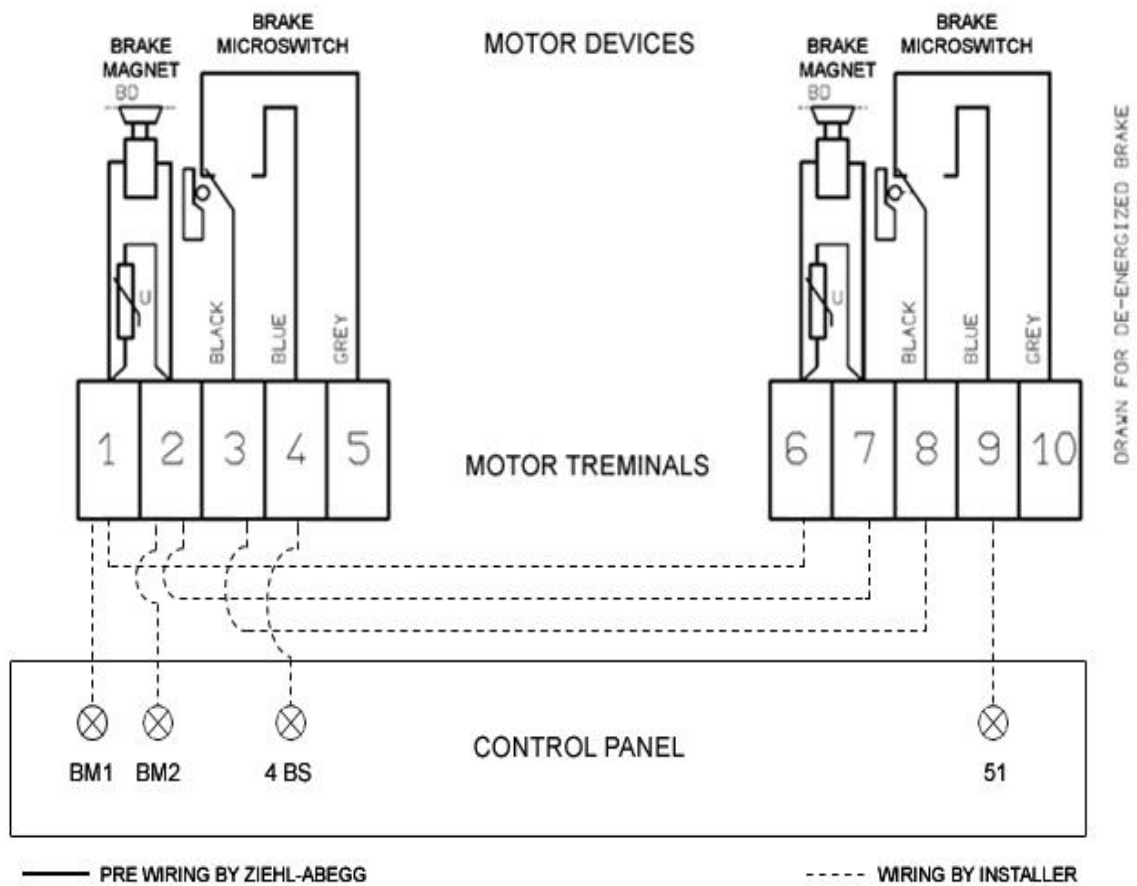
17-pin coupling or flange socket M23						12-pin PCB connector							
Voltage supply					Incremental signals <sup>1)</sup>					Absolute position values			
7	1	10	4	11	15	16	12	13	14	17	8	9	
1b	6a	4b	3a	/	2a	5b	4a	3b	6b	1a	2b	5a	
Up	Sensor Up	0V	Sensor 0V	Internal shield	A+	A-	B+	B-	DATA	$\overline{\text{DATA}}$	CLOCK	CLOCK	
Brown/Green	Blue	White/Green	White	/	Green/Black	Yellow/Black	Blue/Black	Red/Black	Gray	Pink	Violet	Yellow	

شکل ۳۵: سوکت انکودر هایدن‌هاین ECN1313

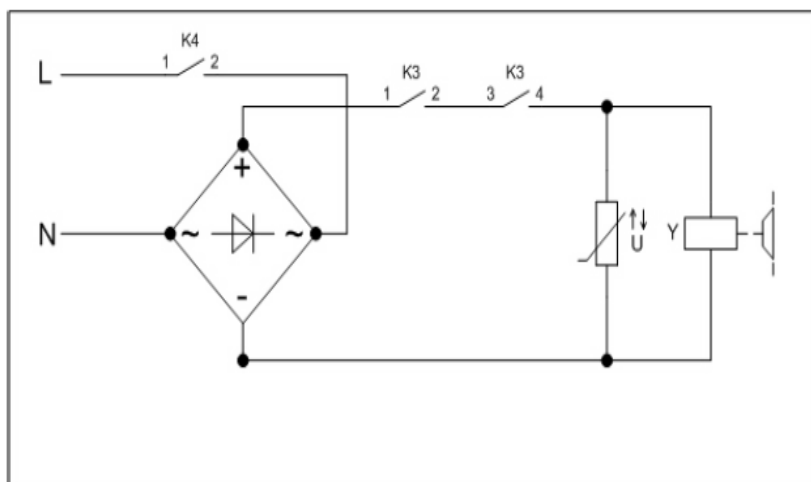
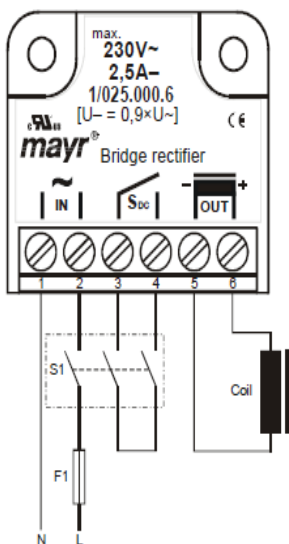
۱۰-۶- نکات مهم درباره ترمز موتورهای گیرلس

- موتورهای ZIEHL-ABEGG با ترمزهای مونتاژ شده تحویل داده می‌شوند. در صورتی که به هر دلیلی نیاز به تعویض یا تعمیر ترمز باشد، باز کردن ترمز نیازمند ابزارلات خاص است. به هیچ عنوان شخصا اقدام به باز کردن ترمز موتور نکنید؛
- مدارات ترمز موتورهای ZIEHL-ABEGG را می‌توان از هم باز کرد. هر یک از مدارها به طور جداگانه طراحی شده است؛

- ترمینال ترمز را می‌توان از روی موتور باز و در محل دیگری نصب کرد تا دسترسی به آن ساده‌تر باشد؛
- ترمز موتورهای ZIEHL-ABEGG در تمامی مدل‌ها دارای گواهینامه «جلوگیری از سرعت بیش از حد کابین به سمت بالا» طبق بند ۹-۱۰-۱۱ و گواهینامه «محافظةت در برابر حرکت ناخواسته کابین با در باز از سر طبقه» طبق بند ۹-۱۱ تجدید نظر اول مقررات ایمنی ساختار و نصب آسانسور، قسمت اول-آسانسورهای برقی (۱۳۹۳) هستند؛
- اگر موتور به مدت طولانی انبارشده باشد، ممکن است دیسک ترمز به صفحه مغناطیسی چسبیده باشد. در این صورت حتی اگر ترمز آزاد شود، موتور نخواهد چرخید. در صورت مواجهه با چنین وضعیتی، باید ترمز را از روی موتور باز و دیسک را از صفحه مغناطیسی جدا کرد (توجه: برای این کار با نماینده شرکت سازنده تماس بگیرید)؛
- ترمز را صرفاً زمانی برق‌دار کنید که روی موتور مونتاژ شده باشد و مدارات ایمنی و سیم‌کشی موتور کامل باشد؛
- ترمز باید در برابر اضافه ولتاژ حفاظت شود. مدارات لازم برای این کار در کارخانه تهیه و روی سیستم نصب شده است؛
- مانیتورینگ عملکرد ترمزها (به وسیله میکروسوییچ) همواره باید برقرار باشد. اطمینان حاصل کنید که با سیم‌کشی مناسب، جریان کنتاکت‌ها دست کم ۱۰ میلی آمپر باشد تا کنتاکت‌ها به درستی عمل کنند؛
- ترمزهای موتورهای ZIEHL-ABEGG برای عملکرد با اتصال جریان ۲۰۷ ولت DC طراحی شده‌اند؛
- ترمزهای موتورهای ZIEHL-ABEGG برای عملکرد با حداقل صدا نیاز به جریان DC با اعوجاج (ripple) کم دارند. برای این کار می‌توان یک جریان AC را به کمک پل دیودی به جریان DC مناسب تبدیل کرد ( $V_{DC} = 0.9 \times V_{AC}$ )؛
- برای کاهش میزان صدای ترمزگیری، ترمز در هنگام عملکرد عادی (بسته بودن) باید روی جریان AC سوئیچ شده باشد. در این صورت ترمزها کندتر عمل کرده و در نتیجه صدای کمتری تولید می‌کند؛
- توصیه می‌شود که ترمز به کمک دو کنتاکتور سوئیچ کند، یک کنتاکتور برای سوئیچ جریان AC (K4) و دیگری برای سوئیچ جریان DC (K3). کنتاکتور K3 باید قبل از کنتاکتور K4 بسته شود و به هیچ عنوان نباید پیش از باز شدن کنتاکتور K4 باز شود (شکل ۳۷)؛
- به جز موتورهایی که به همراه ROBA®-switch fast acting rectifier تحویل می‌شوند (مدل SM200.40C)، در سایر موتورها استفاده از یکسوساز نیم موج به دلیل ریپل بالا مجاز نیست؛
- اگر برای عملیات نجات اضطراری ترمز را به کمک اهرم آزادکننده دستی باز کردید، پس از پایان کار حتماً اهرم را از روی ترمز بردارید.

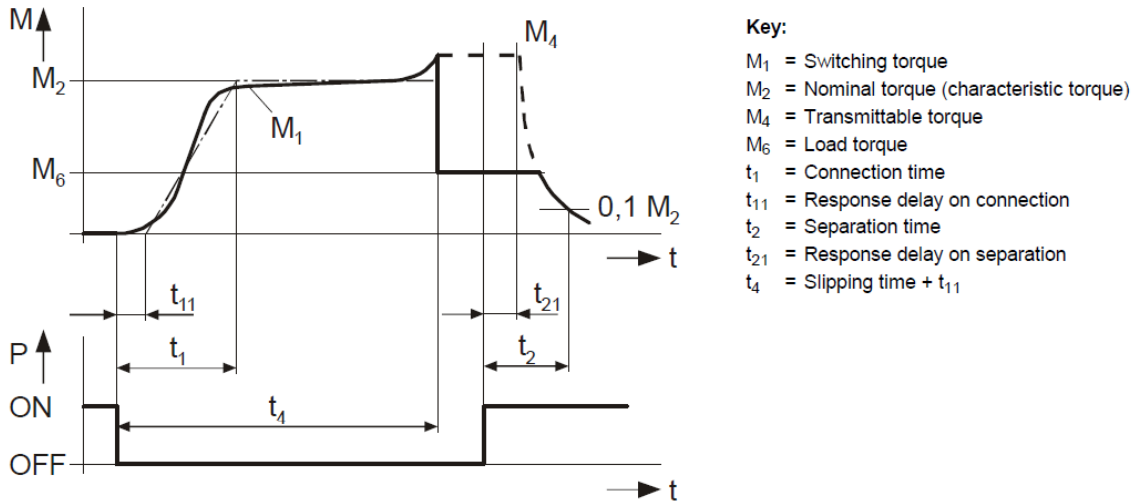


شکل ۳۶: دیاگرام سیم‌کشی ترمز موتورهای مدل SM200.30C و SM200.20C، SM200.15C، SM160.30B مهم: برای اطلاع از رنگ‌بندی سیم‌کشی ترمزهای مدل‌های دیگر به دفترچه راهنمای موتور مراجعه کنید.



شکل ۳۷: دیاگرام مدار فعال‌سازی ترمز





شکل ۳۸: نمودار گشتاور - زمان ترمز

### ۱۱-۶- نکات مهم در عملیات سرویس و نگهداری موتورهای گیرلس

- رعایت نکات و استفاده از وسایل ایمنی؛
- استفاده از پرسنل آموزش دیده و ابزار مناسب؛
- استفاده از دستورالعمل‌ها و چک لیست‌های مناسب؛
- هرگز با استفاده از پمپ باد موتور را تمیز نکنید،
- صداهای غیرعادی موتور را جدی بگیرید؛
- بلبرینگ‌ها برای کار مادام‌العمر در هنگام ساخت روانکاری شده‌اند و راهی برای روانکاری دوباره آنها وجود ندارد. عملیات سرویس و نگهداری خاصی برای بلبرینگ‌ها لازم نیست؛
- ترمزها قابل تنظیم مجدد نیستند. زمانی که دیسک‌های ترمز آن قدر خورده شدند که فاصله هوایی به حداکثر مقدار خود رسید، دیسک‌های ترمز را عوض کنید؛
- قطعات مختلف را بر اساس دفترچه راهنمای سازنده مورد بازرسی‌ها دوره‌ای قرار دهید. جدول ۴ موارد بازرسی موتورهای ZIEHL-ABEGG را بیان کرده است.

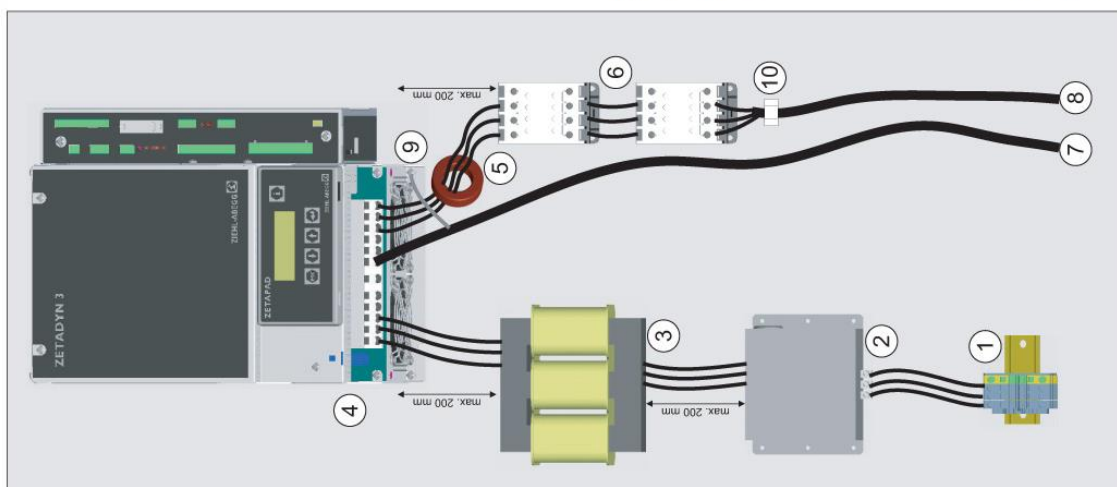
جدول ۴: دوره‌های بازرسی قطعات

سالانه	در دوره‌های سرویس یا بعد از سه ماه از نصب	
☒	☒	فاصله حفاظ سیم‌بسکل با فلکه
☒	☒	فاصله هوایی ترمزها
☒	☒	بازرسی چشمی وجود پیچ‌های اتصال موتور به شاسی، پیچ‌های ترمز و پیچ‌های فلکه
☒		خوردگی فلکه کشش

## ۱۲-۶- نکات مهم در انتخاب اینورتر مناسب

- باید همواره اندازه اینورتر را متناسب با جریان‌های مورد نیاز موتور انتخاب کرد. در این زمینه هیچ‌گاه نباید توان معیار قرار گیرد؛
- در لحظه استارت، جریان مصرفی موتور حدود ۱۶۰٪ تا ۱۸۰٪ جریان نامی خواهد بود. از این رو جریان استارت اینورتر را دو برابر جریان مورد نیاز موتور در هنگام حرکت رو به بالا تحت بار کامل در نظر بگیرید. اینورتر باید بتواند این اضافه جریان را برای حداکثر ۳ ثانیه تحمل کند؛
- با در نظر گرفتن توصیه‌های دفترچه راهنمای سازنده؛ از تضمین جریان در دمای محیط ۵۰ درجه سانتی‌گراد اطمینان حاصل کنید. به یاد داشته باشید که در تابستان و در شرایطی که اینورتر در محفظه در بسته قرار گرفته باشد، رسیدن به این دما دور از ذهن نیست؛
- اطمینان حاصل کنید انکودر نصب شده روی موتور با اینورتر سیستم کنترلی سازگاری داشته باشد، در غیر این صورت امکان راه‌اندازی موتور وجود ندارد. از شاخص‌های مهم سازگاری هر انکودر با اینورتر می‌توان به نوع ولتاژ تغذیه و تعداد پالس انکودر اشاره کرد (همانند موتور، این مشخصات روی پلاک انکودر درج شده است)؛
- یکی از پارامترهای مهم اینورترها، حداکثر فرکانس ورودی کارت انکودر است. این پارامتر تعیین کننده حداکثر تعداد پالسی است که کارت انکودر توانایی تشخیص آن را در هر دور دارد؛
- مجموعه کنترلی شما صرفاً با مقاومت ترمز کامل نمی‌شود. بدون چوک (Line Reactor) و فیلتر حذف اعوجاج (Radio Interference Filter) سیستم اینورتر تکمیل نخواهد بود؛

- |                           |                                    |                                 |
|---------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| ۱. تغذیه اصلی             | ۵. هسته چنبره‌ای (برای کابل موتور) | ۹. شیلد (برای کابل مقاومت ترمز) |
| ۲. فیلتر حذف اعوجاج (FEF) | ۶. کنتاکتورهای موتور               | ۱۰. بست کابل (شیلددار)          |
| ۳. چوک                    | ۷. کابل مقاومت ترمز (شیلددار)      |                                 |
| ۴. اینورتر                | ۸. کابل موتور (شیلددار)            |                                 |



شکل ۳۹: نصب صحیح اینورتر و متعلقات

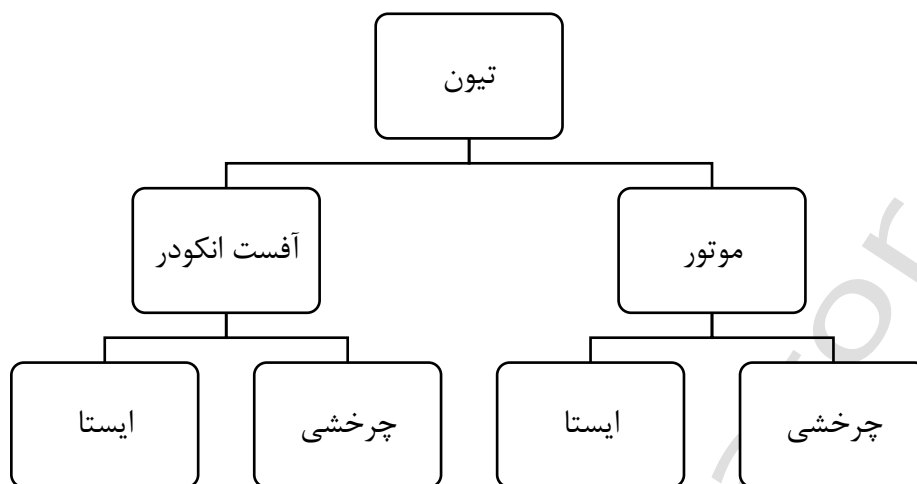
- اینورترهای PWM با قطع و وصل سریع و AC منبع توان کار می‌کنند. از آن جایی که همواره مقادیری تزویج خازنی بین مدارهای الکتریکی و اشیا نزدیک آنها موجود است، نویز سویچینگ اینورتر AC تلاش خواهد کرد جریانی بین موتور و شاسی اینورتر و بین شاسی اینورتر و منبع تغذیه اصلی ایجاد کند. موثرترین روش کمینه‌سازی این تداخل این است که مسیری کم مقاومت برای جریان نویز و مسیری مقاومت بالا برای جلوگیری از آن در جایی که مطلوب نیست فراهم شود تا این جریان در مسیر کم مقاومت وارد شده و معمولاً در جایی مانند اتصال به زمین تخلیه شود؛
- هنگام نصب اینورتر در تابلو فرمان، حداکثر فواصل مجاز را که از سوی سازنده تعیین شده است رعایت کنید؛ حداکثر فاصله بین اینورتر ZETADYN و دیگر قطعات (چوک، فیلتر، کنتاکتورهای موتور) هر کدام ۲۰۰ میلی‌متر است.

### ۱۳-۶- مراحل راه‌اندازی و تنظیم موتور گیرلس + اینورتر

- نصب مکانیکی؛
- سیم کشی اینورتر؛
- اطمینان از تغذیه صحیح انکودر؛
- روشن کردن اینورتر؛
- جک کردن جهت چرخش موتور؛
- تنظیم مد کنترلی (کنترل برداری حلقه بسته برای موتور گیرلس)؛
- تنظیم پارامترهای مربوط به انکودر (رزولوشن، پارامترهای حفاظتی)؛
- چک کردن جهت پالس‌های انکودر؛
- وارد کردن پارامترهای مکانیکی سیستم (قطر فلکه، نسبت تعلیق، دور موتور و...)
- تیون کردن موتور و انکودر؛
- تعریف عملکرد ورودی‌ها و خروجی‌های اینورتر؛
- تعریف سرعت‌های مورد استفاده جهت تنظیم منحنی‌های حرکتی؛
- تنظیم شیب‌ها: شتاب افزایشی و شتاب کاهش؛
- تنظیم تکانه‌ها (Jerk)های نمودار حرکت؛
- حرکت دادن کابین در مد رویزیون در هر دو جهت؛
- حرکت نرمال (ابتدا یک طبقه و سپس چند طبقه و تنظیم شتاب‌ها و تکانه‌ها و تنظیم زمان هم‌ترازی (Leveling)؛
- تنظیم توالی زمان‌های ترمز؛
- تنظیم ضرایب حلقه کنترل سرعت (PID) و بهبود استارت و استپ.

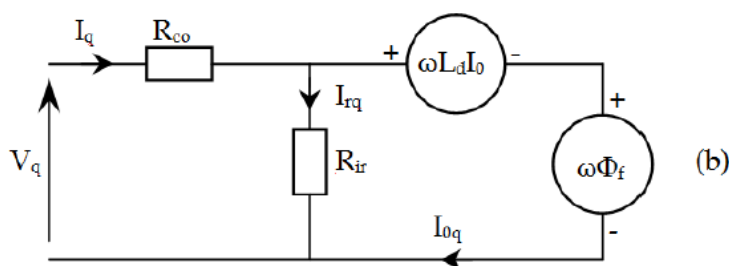
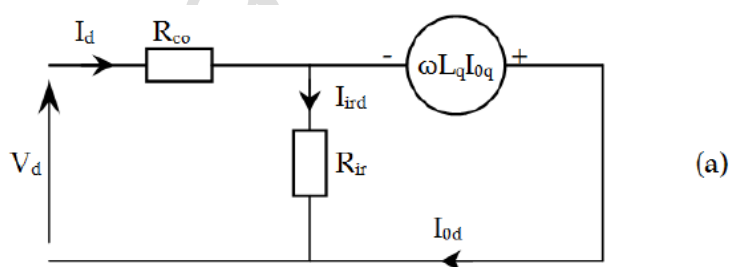
### ۱۴-۶- نکات مهم در خصوص تیونینگ موتور گیرلس

- تیونینگ در واقع یک راه‌اندازی پیش از رویزیون است؛

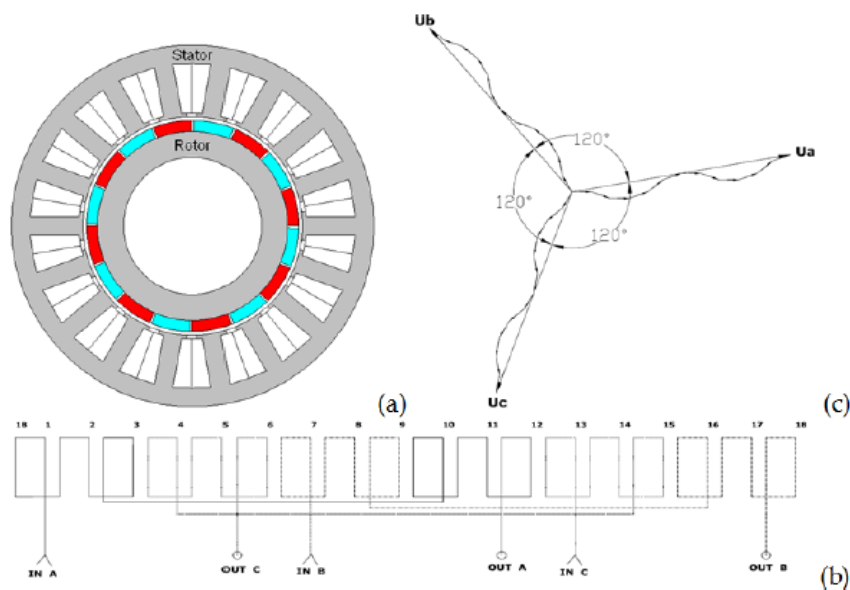


شکل ۴۰: تیونینگ موتور گیرلس

- انتخاب نوع تیون در پارامترهای مربوط به اینورتر صورت می‌گیرد. بنابراین باید قبل از انجام تیون پارامتر مربوط به نوع تیون را تنظیم کرد؛
- در تیون اتوماتیک چرخشی نیاز است تا بار از روی شفت موتور برداشته شود و سپس مراحل مربوط به تیون انجام شوند؛ ولی در تیون ایستا نیازی به برداشتن بار نیست، بلکه باید اطمینان حاصل شود که ترمز نیز باز نشود؛
- از لحاظ دقت در مقادیر محاسبه شده، تیون چرخشی نتایج بهتری به دست می‌دهد؛
- هدف از تیون موتور شناساندن دقیق مدل الکتریکی موتور به اینورتر است؛
- تیون آفست انکودر مشخص کردن موقعیت روتور نسبت به مرجع استاتور و نیز موقعیت زاویه صفر انکودر نسبت به زاویه صفر روتور و در نتیجه آن نسبت به مرجع صفر استاتور است؛



شکل ۴۱: مدل الکتریکی موتور



شکل ۴۲: آفست انکودر

- در صورتی که موقعیت اولیه روتور توسط اینورتر شناخته نشود، موتور نمی‌تواند با گشتاور کامل شروع به کار کند و در هنگام استارت مشکلاتی پیش خواهد آمد و حتی ممکن است حرکت کابین با ضربه های ناگهانی و غیرقابل پیش بینی همراه شود؛
- بعد از هر جابه‌جایی فازهای موتور نیاز به تیون مجدد انکودر خواهد بود؛
- برخی از سازندگان موتور، آفست انکودر را به صورت پیش فرض روی صفر تنظیم می‌کنند. این کار در بسیاری مواقع نیاز به تیون را از بین می‌برد؛
- انکودر را نباید به صورت مکانیکی از موتور جدا کرد. اگر به هر دلیل انکودر را از دستگاه جدا کردید، پس از نصب مجدد باید دوباره آفست آن تیون شود؛
- بعد از انجام تیون جهت اطمینان از تنظیمات صحیح باید در هر دو جهت به صورت رویزیون موتور را حرکت داد؛
- برای تست عملکرد موتور بعد از تیون، جابه‌جایی فاز یا تعویض انکودر، تنها در شرایطی سیستم را راه‌اندازی کنید که کسی روی کابین نباشد؛
- برخی اینورترها مشخصات موتور را از طریق محاسبه تخمین می‌زنند. این ویژگی نیاز به تیون موتور را مرتفع می‌سازد. برای این کار دفترچه راهنمای اینورتر را مطالعه کنید یا با شرکت سازنده تابلو فرمان تماس بگیرید؛
- پارامترهایی که روی پلاک مشخصات موتور درج شده‌اند، مقادیر نامی و حداکثری هستند و لزوماً موتور با آن مقادیر کار نخواهد کرد. جهت اطمینان از وارد کردن مقادیر درست در تنظیم اینورتر، برگه محاسبات موتور را از سازنده بخوانید؛

- تنظیم نبودن مشخصات موتور و انکودر در پارامترهای اینورتر، اشکال در سیم کشی انکودر، جابه‌جا بودن فازهای موتور، عدم عملکرد صحیح ترمز، تنظیم نبودن حلقه کنترل سرعت مهمترین عواملی هستند که باعث عدم تیون شدن موتور می‌گردند.

#### Selected ZIEHL-ABEGG motor

Motor type SM200.20C-20 - gearless

	Nameplate data		(Operating data)
Rated voltage	V	360	
Rated frequency	Hz	32	( 19.9 )
Rated torque	Nm	330	( 383.0 )
Rated speed	rpm	192	( 119.4 )
Rated output power	kW	6.6	( 4.8 )
Rated current	A	19	( 22.0 )
Maximum torque	Nm	570	( 570 )
Current at maximum torque	A	41.5	( 41.5 )
Inertia of motor	kgm <sup>2</sup>	0.160	
Possible acceleration	m/s <sup>2</sup>	0.85	
Permissible starts per hour Without cooling (87)		240, 40 % nominal	(Info: 100, 0)
Dimension sheet A-M-6445 / A-M-6451, Motor construction type IMB3			
Motor with encoder ECN 1313-2048Endat			

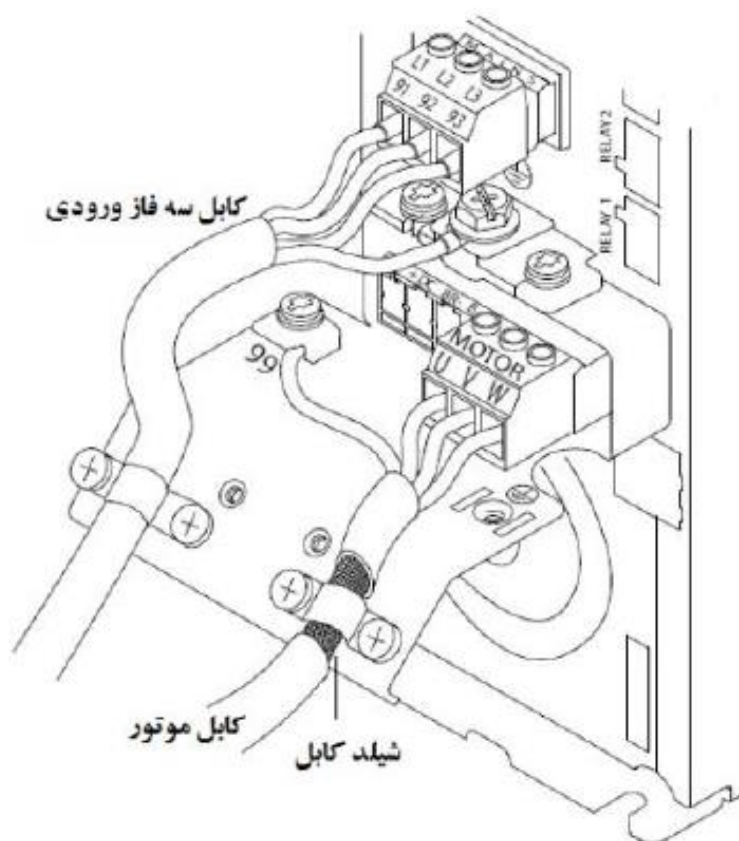
شکل ۴۳: برگه مشخصات موتور. بین مقادیر نامی (Nameplate) و مقادیر واقعی (Operating) تفاوت است. تنظیمات اینورتر بر مبنای مقادیر واقعی انجام می‌شود.

### ۱۵-۶- نکات مهم در خصوص نصب الکتریکی

#### ۱-۱۵-۶- نکات مهم در خصوص اتصال به زمین (ارت) ساختمان

- شیوه صحیح اتصال به زمین بر روی میزان نویز الکتریکی و حساسیت ناشی از آن تأثیر مستقیم دارد؛
- برای ساختمان چاه ارت مناسب در نظر بگیرید؛
- سیم کشی ارت را قبل از هر سیم کشی دیگری انجام دهید؛
- از نول ساختمان به عنوان ارت استفاده نکنید؛
- سازه فلزی اسکلت ساختمان به تنهایی به عنوان اتصال زمین توصیه نمی‌شود؛
- از بدنه موتور به عنوان اتصال به زمین سایر قطعات استفاده نکنید؛
- شاسی موتور، بدنه موتور، کابین، تابلو فرمان و کلیه تجهیزات الکتریکی که امکان تماس فیزیکی با آنها وجود دارد، به نحو مقتضی اتصال به زمین کنید تا پرسنل با خطر برق‌گرفتگی روبه‌رو نشوند؛
- اتصال بدنه موتور، کابین و تابلو فرمان را با سیمی متناسب با قطر خطوط تغذیه موتور به ارت متصل کنید؛

- اتصالات ارت تا حد امکان کوتاه و پهن باشند؛
- کابل های شلیددار را حتما زمین کنید. کابل شلیددار بدون ارت از کابل بدون شلید مضرتر بوده و میزان اعوجاج بیشتری را هدایت می کند؛
- شلید کابل سه فاز موتور از دو سمت به ارت وصل کنید؛
- شلید کابل فرمان (انکودر، سیگنال ها) را حداقل از سمت اینورتر به ارت وصل کنید؛
- برای پرقرار کردن اتصال خرطومی فلزی (شلید) به ارت از بست امگا ( $\Omega$ ) استفاده کنید.

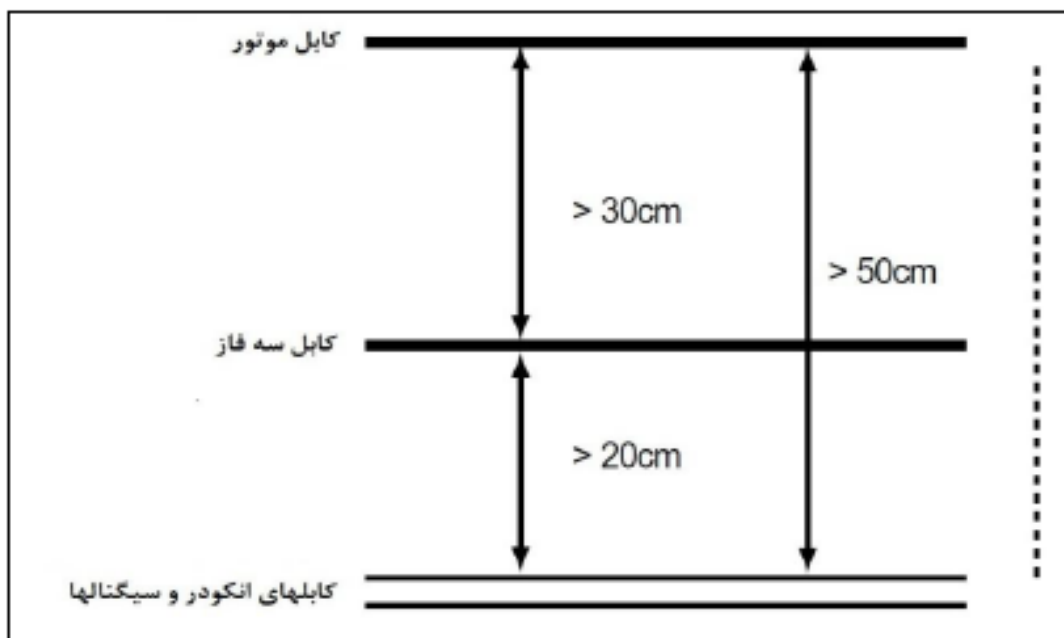


شکل ۴۴: استفاده از بست امگا ( $\Omega$ )

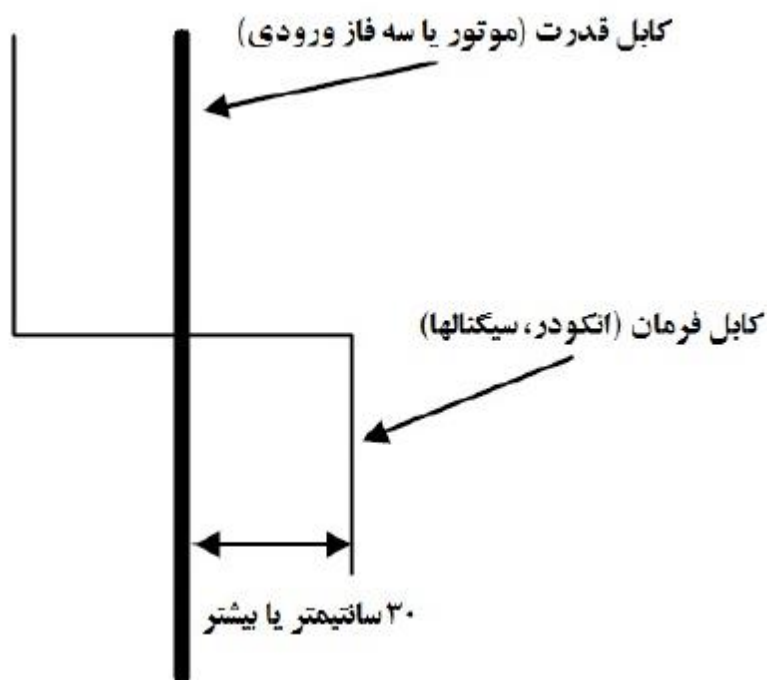
## ۲-۱۵-۶- نکات مهم در خصوص اتصالات الکتریکی

- برای سیم کشی کابل سه فاز موتور کوتاه ترین مسیر را انتخاب کنید؛
- فازهای موتور و تابلو فرمان را نظیر به نظیر به هم متصل کنید؛
- در صورت شلیددار بودن کابل ها نیازی به خرطومی یا داکت فلزی نیست؛
- برای سه فاز ورودی تابلو نیازی به استفاده از کابل شلیددار نیست؛
- مسیر کابل انکودر و کابل سه فاز موتور را از هم جدا کنید؛
- کابل انکودر و کابل سه فاز موتور را یک تکه بکشید. در صورتی که لازم است کابل انکودر و موتور را تکه بزیند حتما (۱) شیلدها به هم متصل باشد. (۲) محل اتصال را داخل EMC Box قرار دهید؛

- کابل انکودر و کابل سه فاز موتور را با هم موازی ننندید. در صورت اجبار به موازی رد کردن کابل انکودر و موتور، شرایط لازم را رعایت کنید؛
- در جاهایی که لازم است کابل انکودر و موتور از کنار یکدیگر عبور کنند، باید بر هم عمود باشند.



شکل ۴۵: عبور موازی کابل انکودر، سه فاز و موتور



شکل ۴۶: عبور کابل انکودر و موتور از روی هم



۱۶-۶- عیب یابی موتورهای گیرلس ZIEHL-ABEGG

عیب / خرابی	علت	راه حل
موتور صدا دارد.	اشکال در بلبرینگ	با خدمات پس از فروش سازنده تماس بگیرید.
	تنظیمات اینورتر صحیح نیست.	تنظیمات اینورتر را چک کنید. با خدمات پس از فروش سازنده تابلو فرمان تماس بگیرید.
	اشکال در انکودر	انکودر را تعویض کنید.
موتور بیش از حد داغ می کند. / محافظ حرارتی موتور عمل می کند.	سطح موتور پوشیده است و تبادل حرارتی ندارد.	روکش موتور را بردارید یا با فاصله بیشتری از آن نصب کنید. در صورتی که فضای کافی اطراف موتور برای تبادل حرارتی وجود ندارد، فضای لازم باید تأمین شود.
• حداکثر دمای مجاز پوسته موتور SM160 < 130°C SM190 < 130°C SM200 < 130°C SM225 < 110°C SM250 < 110°C	دمای موتورخانه / چاه بیش از ۴۰ درجه سانتیگراد است.	برای موتورخانه / چاه تهویه مناسب در نظر بگیرید.
	تنظیمات اینورتر صحیح نیست.	تنظیمات اینورتر را چک کنید. با خدمات پس از فروش سازنده تابلو فرمان تماس بگیرید.
موتور استارت نمی خورد.	فازهای موتور اشتباه وصل شده است.	اتصالات موتور را بررسی کنید.
	اینورتر اشکال دارد.	اینورتر را چک کنید. با خدمات پس از فروش سازنده تابلو فرمان تماس بگیرید.
	ترمز آزاد نمی کند.	به بخش عیوب ترمز مراجعه کنید.
ترمز صدا دارد.	ترمز روی جریان DC سوئیچ می کند.	سیم کشی ترمز را در حالت عملکرد عادی (بسته بودن) روی جریان AC بگذارید. محافظت در برابر اضافه ولتاژ را لحاظ کنید.
	فاصله هوایی ترمز بیش از حد زیاد است.	دیسک ترمز را پس از خورده شدن تعویض کنید (نیاز به ابزار خاص دارد! با بخش خدمات پس از فروش سازنده تماس بگیرید).

عیب / خرابی	علت	راه حل
ترمز آزاد نمی‌کند.	ولتاژ منبع تغذیه کافی نیست.	ولتاژ منبع تغذیه را بررسی کنید.
	ولتاژ تحویلی به ترمز بیش از اندازه کم است.	از سیمی با نمره بالاتر برای تغذیه ترمز استفاده کنید.
	کنترل ترمز اشکال دارد یا عمل نمی‌کند.	سیم‌کشی ترمز را بررسی کنید.
	فنر ترمز اشکال دارد.	ترمز را تعویض کنید (نیاز به ابزار خاص دارد! با بخش خدمات پس از فروش سازنده تماس بگیرید).
	دیسک ترمز خورده شده است.	دیسک ترمز را تعویض کنید (نیاز به ابزار خاص دارد! با بخش خدمات پس از فروش سازنده تماس بگیرید).
مانیتورینگ آزادسازی ترمز کار نمی‌کند.	میکروسوئیچ‌ها اشکال دارد.	میکروسوئیچ‌ها یا در صورت لزوم ترمز را تعویض کنید.
	کنتاکت‌ها کثیف هستند.	میکروسوئیچ‌ها را با جریان بالاتری راه‌اندازی کنید (حداقل ۱۰ میلی آمپر). در صورت لزوم میکروسوئیچ‌ها را تعویض کنید.

#### ۱۷-۶- موارد استاندارد آسانسور با سیستم محرکه گیرلس

در تجدید نظر اول مقررات ایمنی ساختار و نصب آسانسور، قسمت اول-آسانسورهای برقی (۱۳۹۳) موارد خاصی برای آسانسورهای با سیستم محرکه کششی بدون گیربکس (گیرلس) در نظر گرفته شده است که رعایت آنها الزامی است. آنچه در ادامه آمده است، بدون هیچ دخل و تصرفی، عیناً از متن مقررات ملی برداشته شده است.

#### ۹-۱۰- وسایل حفاظتی برای جلوگیری از اضافه سرعت کابین به سمت بالا

آسانسورهای با سیستم محرکه کششی بدون گیربکس باید مجهز به وسایل حفاظتی برای جلوگیری از حرکت با سرعت بیش از حد کابین به سمت بالا مطابق شرایط زیر باشند:

۹-۱۰-۱ این وسایل که دارای قسمت‌های نظارت بر سرعت و کاهش آن می‌باشند باید

حرکت کنترل نشده کابین به سمت بالا را در حداقل ۱۱۵٪ سرعت نامی و حداکثر تعریف شده در

بند ۹-۹-۳ تشخیص دهند و باعث توقف کابین یا حداقل کاهش سرعت آن به حدی که ضربه

گیرهای وزنه تعادل برای آن طراحی شده‌اند شوند.

۹-۱۰-۲ این وسایل باید قادر باشند مطابق نیاز بند ۹-۱۰-۱ بدون کمک گرفتن از دیگر قطعات آسانسور که در حالت کارکرد عادی سرعت و یا کاهش آن را کنترل کرده یا کابین را متوقف می‌کنند عمل نمایند مگر این‌که در داخل آن قطعات دیگر یا سیستم اضافه مشابهی تعبیه شده باشد. یک اتصال مکانیکی به کابین می‌تواند برای کمک به این عملکرد استفاده شود حتی اگر چنین اتصالی برای منظور دیگری نیز استفاده شده باشد.

۹-۱۰-۳ این وسایل نباید اجازه بدهند که کابین خالی در مرحله توقف شتاب کند شونده بیشتری از  $g_n$  داشته باشد.

۹-۱۰-۴ این وسایل باید بر روی قطعات زیر عمل کنند:

الف) کابین؛ یا

ب) وزنه تعادلی-کششی؛ یا

پ) طناب‌های اصلی یا جبران کننده؛ یا

ت) فلکه اصلی موتور (به عنوان مثال مستقیماً روی فلکه و یا روی همان محور فلکه بلافاصله بعد از فلکه اصلی).

۹-۱۰-۵ این وسایل در صورت درگیر شدن باید مطابق بند ۱۴-۱-۲ یک وسیله ایمنی برقی را فعال نماید.

۹-۱۰-۶ آزاد کردن این وسایل در صورتی که درگیر شده باشند نیاز به دخالت یک فرد متخصص داشته باشد.

۹-۱۰-۷ آزاد کردن این وسایل نباید نیاز به دسترسی به کابین یا وزنه تعادلی-کششی داشته باشد.

۹-۱۰-۸ بعد از آزاد شدن، این وسایل باید در حالت آماده به کار قرار گیرند. (اضافه شده)

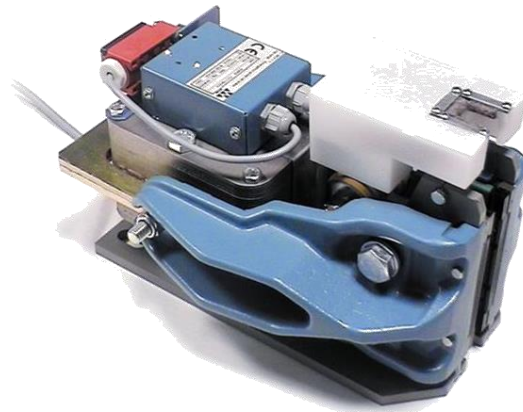
۹-۱۰-۹ اگر این وسایل برای عملکرد نیاز به انرژی خارجی داشته باشند در صورت نبود این انرژی آسانسور باید متوقف شده و در حالت توقف باقی بماند. این مورد شامل فنرهای فشرده شده هدایت شده نمی‌شود. (اضافه شده)

۹-۱۰-۱۰ جزء پایش سرعت آسانسور که باعث درگیر شدن وسایل حفاظت از حرکت با اضافه سرعت کابین به سمت بالا می‌باشد، باید:

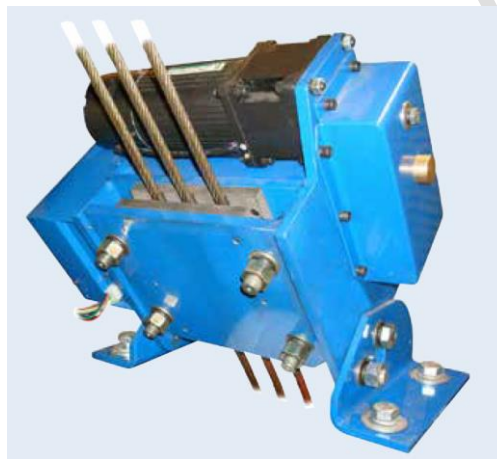
الف- گاورنری مطابق الزامات بند ۹-۹ باشد، یا

ب- وسیله‌ای مطابق با الزامات بندهای ۹-۹-۱ و ۹-۹-۲ و ۹-۹-۳ و ۹-۹-۷ و ۹-۹-۸-۱ و ۹-۹-۹ و ۹-۹-۱۱-۲ باشد و در صورتی که دارای طناب باشد معادل الزامات ۹-۹-۴ و ۹-۹-۶-۱ و ۹-۹-۶-۲ و ۹-۹-۶-۵ و ۹-۹-۱۱-۳ را بر آورده سازد و چنانچه قابل تنظیم باشد مطابق بند ۹-۹-۱۰ باشد.

۹-۱۰-۱۱ وسایل حفاظتی «جلوگیری از سرعت بیش از حد کابین به سمت بالا» به عنوان وسایل ایمنی در نظر گرفته می‌شوند و باید مطابق الزامات پیوست مورد تایید قرار گرفته باشند.



شکل ۴۷: پاراشوت وزنه تعادل (مطابق بند ۹-۱۰-۴-ب)



شکل ۴۸: ترمز سیم‌بکسل (مطابق بند ۹-۱۰-۴-پ)

ZERTIFIKAT • CERTIFICATE • 證書 • CERTIFICAT • CERTIFICADO • CERTIFICAT	
<b>EC type-examination</b>	
Certificate no.: ABV 0361 Notified body: TUV SUD Applicant: WANNER Electric Europe Certificate holder: WANNER Electric Europe Date of application: 2011-03-08 Manufacturer of the test sample: WANNER Electric Europe Product: Braking device acting on the shaft of traction sheave, as part of the protection device against overspeed for the car moving in upwards direction Type: 12V 500W motor Test laboratory: TUV SUD Industrie Service GmbH Date and number of the test report: 2011-07-28 EC Directive: 95 / 16 / EC Date of issue: 2011-07-28	<b>Braking device acting on the shaft of traction sheave, as part of the protection device against overspeed for the car moving in upwards direction</b>
<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>95 / 16 / EC</b> </div>	

شکل ۴۹: نمونه گواهی ترمز موتور با عملکرد مستقیم روی فلکه موتور (مطابق بند ۹-۱۰-۴-ت)

## ۱۲-۵ عملکرد اضطراری

۱۲-۵-۳ استفاده از سیستم نجات اضطراری خودکار در هنگام قطع برق برای آسانسورهای بدون گیربکس الزامی بوده و برای سایر آسانسورها نیز پیشنهاد می‌گردد.

در صورتی که از سیستم نجات اضطراری خودکار در هنگام قطع برق استفاده شده باشد علاوه بر رعایت مفاد بند ۱۴-۲ این سیستم باید فقط پس از قطع برق و کسب اطمینان از نبودن در حالت بازرسی (رویزیون) نسبت به رساندن کابین با سرعت کنترل شده توسط درایو فرکانس و ولتاژ متغیر به یکی از طبقات عمل نموده و در این هنگام نباید هیچ یک از قسمت‌های مدار سری ایمنی (شامل قفل و کنتاکت درها، کلیدهای توقف دستی، وسایل ایمنی برقی) را از مدار خارج کند. همچنین پس از توقف کابین در محدوده باز شو قفل، باید امکان باز شدن درها فراهم گردد.

## ۱۳-۲-۱ کنتاکتورها و رله کنتاکتورها

۱۳-۲-۱-۱ [۱-۱-۲] برای موتورهای بدون گیربکس حتما از وسایلی استفاده شود که هنگام قطع جریان موتور، حتی در صورت آزاد شدن ترمزهای مکانیکی از سرعت بیش از حد آسانسور جلوگیری شود. (مثلاً در آسانسورهای با موتور سنکرون مغناطیس دائم، می‌توان ۳ فاز سر موتور را به هم اتصال کوتاه نمود تا چرخش موتور در اثر بار غیر متعادل کابین و وزنه، نوعی ترمز الکتریکی-دینامیکی با نیروی ژنراتوری خود موتوری ایجاد کند).

## ۱۸-۶- موارد مهم استاندارد آسانسورهای بدون موتورخانه (MRL)

### ۱۸-۶-۱ انجام تعمیرات یا بازرسی

مطابق بند ۴-۶، انجام تعمیرات یا بازرسی از پنج موقعیت در آسانسورهای بدون موتورخانه ممکن است:

۱. از طریق دریچه‌هایی که در بیرون چاه برای دسترسی به ماشین‌آلات تعبیه شده است؛
۲. از طریق سقف کابین؛
۳. از طریق دریچه‌های دیواره کابین؛
۴. از طریق کف چاهک؛
۵. از طریق کفی (Platform).

با توجه به این که در اکثر موارد انجام تعمیرات یا بازرسی از طریق دریچه‌های دسترسی بیرون چاه یا سقف کابین انجام می‌گیرد، شرایط استاندارد این دو حالت را مورد بررسی قرار داده و درباره سایر موارد، می‌توانید به تجدید نظر اول مقررات ایمنی ساختار و نصب آسانسور، قسمت اول-آسانسورهای برقی (۱۳۹۳) ذیل بند ۴-۶ مراجعه فرمایید.

### ۱۸-۶-۲ دسترسی از بیرون بدون وارد شدن به چاه

مطابق بند ۴-۶-۷-۲، دسترسی به ماشین‌آلات درون چاه از یک فضای کاری بیرون چاه باید دارای شرایط زیر باشد:

الف) ابعاد کافی برای انجام کارهای لازم از طریق درب یا دریچه را دارا باشد؛

ب) تا حد امکان کوچک باشد تا از سقوط به درون چاه جلوگیری شود؛

پ) به طرف داخل چاه باز نشود؛

ت) قفل کلیدخور داشته باشد به طوریکه بستن و قفل کردن آنها بدون کلید ممکن باشد؛

ث) مجهز به یک وسیله برقی ایمنی برای کنترل حالت قفل بودن باشد؛

ج) بدون منفذ بوده و مقاومت مکانیکی آن تابع الزامات مربوط به درب‌های طبقات باشد و با قوانین محافظت در برابر آتش سوزی برای ساختمان مذکور مطابقت داشته باشد.

### ۳-۱۸-۶- انجام تعمیر یا بازرسی از طریق سقف کابین

مطابق بند ۶-۴-۳-۱، در جاهایی که کارهای تعمیر و نگهداری یا بازرسی ماشین‌آلات از درون کابین یا از روی سقف آن انجام می‌شود، لازم است موارد زیر اعمال شود:

الف) از همه حرکت‌های خطرناک کابین باید توسط وسیله‌ای مکانیکی (Park Plate/Fix Plate) جلوگیری شود؛

ب) از همه حرکت‌های کابین باید با استفاده از وسیله برقی ایمنی (مطابق بند ۱۴-۱-۲) جلوگیری شوند، مگر آنکه وسیله مکانیکی در موقعیت غیر فعال باشد؛

پ) در حین عملکرد این وسیله باید امکان اجرای عملیات تعمیر و نگهداری و ترک محل کار به طور ایمن وجود داشته باشد.

### ۴-۱۸-۶- لزوم خروج اضطراری از چاه یا کابین

مطابق بند ۶-۴-۴-۲، در حالتی که انجام تعمیرات از بیرون چاه مقدور نباشد، باید امکان خارج نمودن تجهیزات و ترک محل کار به طور ایمن از داخل چاهک، روی کابین و همچنین داخل کابین وجود داشته باشد. حداقل ابعاد مفید باقیمانده از در طبقه یا دریچه‌ها برای خروج ایمن  $0/6$  m در  $0/6$  m است.

### ۵-۱۸-۶- ابعاد محل‌های کاری درون چاه

مطابق بند ۶-۴-۲-۱، ابعاد محل‌های کاری برای ماشین‌آلات نصب‌شده در داخل چاه باید برای کار کردن آسان و ایمن روی تجهیزات مناسب باشد. به خصوص ارتفاع مفید محل‌های کاری باید حداقل  $1/8$  متر باشد. همچنین تأمین فضای کاری افقی باز با حداقل ابعاد  $0/5$  متر در  $0/6$  متر در نقاطی که برای عملیات تعمیر و نگهداری و بازرسی قطعات ضروری است.

### ۶-۱۸-۶- لزوم انجام آزمون‌ها از بیرون چاه

اگر چه انجام تعمیرات و بازرسی از طریق پنج موقعیت ذکر شده در بخش ۱-۱۸-۷ مقدور است؛ اما مطابق بند ۶-۴-۳-۲، انجام عملیات نجات اضطراری و کلیه آزمون‌های دینامیکی (مانند آزمایش ترمز، آزمایش تراکشن، آزمایش پراشوت، آزمایش ضربه گیر یا آزمون‌های وسایل محافظت در برابر ازدیاد سرعت هنگام صعود) باید از بیرون چاه امکان‌پذیر باشد.

### ۷-۱۸-۶- تابلوهای بیرون موتورخانه

مطابق بند ۶-۶-۱، در صورتی که وسایل عملکردهای اضطراری و آزمون در داخل اتاقک ماشین‌آلات محافظت نشده باشند، باید توسط یک پوشش مناسب محصور شوند به طوری که:

الف) به طرف داخل چاه باز نشوند؛

ب) قفل کلیدخور داشته باشد به طوری که بستن و قفل کردن آن بدون کلید هم ممکن باشد.

مطابق بند ۶-۶-۲، در تابلو باید امکانات زیر فراهم شده باشد:

الف) ابزارهای نجات اضطراری به همراه سیستم ارتباط داخلی کابین و موتورخانه که برق آن توسط باتری کمکی تامین می‌گردد (۱۴-۲-۳-۴)؛

ب) تجهیزات کنترل که امکان اجرای آزمون‌های دینامیکی را فراهم سازند؛

پ) مشاهده مستقیم سیستم محرکه آسانسور یا وسائل نمایشگری که موارد زیر را نشان دهد:

- جهت حرکت کابین؛
- رسیدن به منطقه بازشوی قفل؛
- محدوده سرعت کابین آسانسور.

### ۸-۱۸-۶- دو مورد قابل توجه در آسانسورهای بدون موتورخانه

الف) محل نصب درها یا دریچه‌ها

حداقل راه‌های عبوری که طبق مقررات ساختمان ضروری است، نباید با باز شدن درب یا دریچه آسانسور که بر اساس دستورالعمل‌های نگهداری در فضای کاری خارج از چاه آسانسور به کار می‌رود مسدود گردد (بند ۰-۳-۱۷).

ب) فضای بالای موتور

حداقل فاصله قائم آزاد در بالای قطعات دوار بدون حفاظ سیستم محرکه باید ۰/۳ متر باشد. اگر این فاصله کمتر از ۰/۳ متر باشد باید پوششی در جهت محافظت از جراحات بدنی تعبیه گردد (بندهای ۶-۴-۲-۲ و ۹-۷-۱-الف).

## ۷- محاسبات

### ۷-۱- محاسبه توان لازم برای موتور

$$P_{out} = \frac{\left[ \frac{(P + Q - Z)}{i} + s - \frac{M_{tr}}{i} - \frac{S_l}{i} \right] \times g_n \times v_c \times i}{\eta_q \times \eta_s \times \eta_g \times 1000}$$

که در آن

$P_{out}$	توان خروجی	kW
P	جرم کابین + متعلقات (در صورت وجود)	kg
Q	ظرفیت نامی آسانسور	kg
s	وزن طناب‌های فولادی	kg
$M_{tr}$	جرم تراول کابل	kg
$S_l$	جرم زنجیر جبران + متعلقات (در صورت وجود)	kg
i	ضریب تبدیل (۱ یا ۲ یا ۴)	
$g_n$	فشار جاذبه زمین برابر ۹/۸۱	m/s <sup>2</sup>

m/s	سرعت حرکت کابین	$V_c$
	بازده فلکه‌های کشش (به ازای هر فلکه بلب‌رینگی ۰/۰۲ کسر شود)	$\eta_q$
	بازده چاه آسانسور (معمولا برابر ۰/۸)	$\eta_s$
	بازده گیربکس	$\eta_g$

## ۷-۲- محاسبه سرعت حرکت کابین

$$v_c = \frac{1}{i} \times \frac{D}{2 \times 1000} \times N_{rpm} \times \frac{2\pi}{60} \quad \frac{m}{s}$$

	که در آن	
m/s	سرعت حرکت کابین	$V_c$
	ضریب تبدیل (۱ یا ۲ یا ۴)	$i$
mm	قطر فلکه کشش	$D$
(دور بر دقیقه)	سرعت چرخش موتور	$N_{rpm}$
	عدد پی برابر با ۳,۱۴	$\pi$



## بخش سوم: موتورهای گیرلس ZIEHL-ABEGG

### ۸-۱- معرفی شرکت

شرکت ZIEHL-ABEGG در سال ۱۹۱۰ در برلین تأسیس شد و از سال ۱۹۴۹ در منطقه کونزلساو در جنوب آلمان مستقر شده است. این شرکت نه تنها سال‌ها تأمین کننده موتورهای آسانسوری برای شرکت های اروپایی بوده و از سال ۱۹۵۷ نخستین موتور روتور خارجی خود را تولید و عرضه کرده است، که موتورهای خاص برای خودروهای الکتریکی، دستگاه‌های MRI، ژنراتورهای خودرو، موتورهای با ولتاژ بالا و... را نیز تولید می‌کند.

نخستین نمونه موتورهای سنکرون مغناطیس دائم روتور خارجی این شرکت با نام تجاری ZETASYN در سال ۱۹۹۳ تولید شده و در ادامه از سال ۲۰۰۱ دومین نسل موتورهای گیرلس این شرکت به صورت روتور داخلی با نام تجاری ZETATOP به بازار عرضه شده است. شرکت زیلابگ از سال ۱۹۹۹ نیز تولید نخستین نسل اینورتر فرکانسی برای آسانسور مجهز به فیلترها و کنتاکتورهای اصلی یک پارچه را با نام تجاری ZETADYN شروع کرده و در حال حاضر با تولید نسل چهارم این اینورترها از سال ۲۰۱۲، تکنولوژی اینورتر بدون کنتاکت را نیز به صنعت آسانسور عرضه داشته است.

واحد تحقیق و توسعه این شرکت با استفاده از دانش و تجربه بیش از ۱۰۰ مهندس و هزینه کرد ۶٪ کل فروش سالانه همواره در راستای ارتقای محصولات و استفاده از نوین ترین تکنولوژی‌ها گام برداشته است.

در سال ۲۰۱۴ کارخانه جدید این شرکت با زیربنای ۶۵۰۰ متر مربع در زمینی به مساحت ۲۷۰۰۰ متر مربع، با صرف هزینه‌ای بالغ بر ۲۷ میلیون یورو در مجاورت کارخانه پیشین ساخته شد. دو برج تست ۲۵ متری این کارخانه امکان تست و اطمینان از کیفیت تک تک موتورهای ساخت زیلابگ را فراهم ساخته است. عملکرد صد در صد کلیه محصولات این شرکت پیش از ارائه به بازار چک می‌شود.

مدیریت کیفیت مرکزی و استانداردهای کیفیت یک پارچه جهانی سطح اطمینان از کیفیت محصولات را بیش از پیش بالا برده است.

نرم افزار تخصصی ZETALIFT این امکان را فراهم ساخته که برای تک به تک موتورهای ساخت شرکت زیلابگ پیش از سفارش به خط تولید، بسته به مشخصات پروژه مشتری، محاسبات اختصاصی صورت گیرد و هر موتور با توجه به شرایط خاص پروژه به صورت خاص و نه سری سازی- تولید شود. تک به تک موتورهای این شرکت با شماره سریال خاص خود قابل رهگیری بوده و مشخصات و محاسبات آن در دسترس خواهد بود.

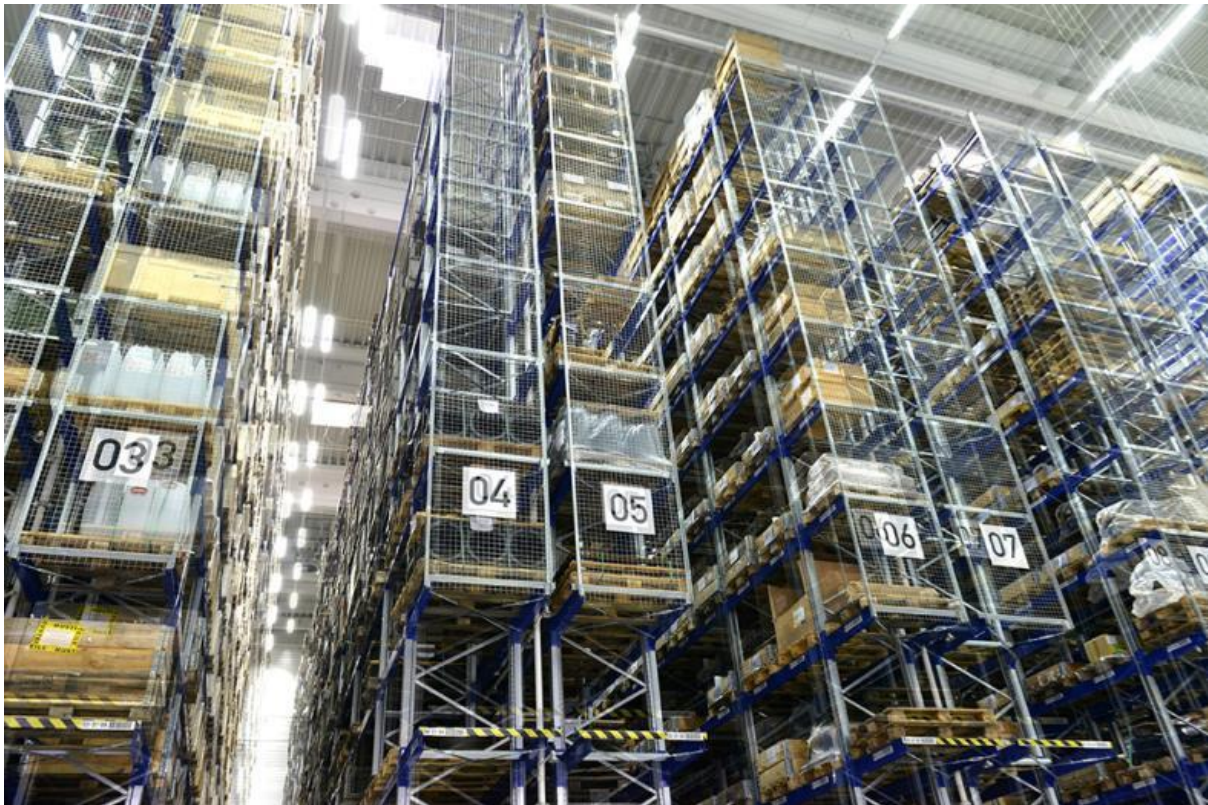
### ۸-۱-۱- تاریخ‌های مهم

۱۸۹۷	امیل زیل نخستین طرح مهندسی یک موتور استاتور خارجی را بر روی کاغذ پیاده کرد.
۱۹۱۰	امیل زیل شرکت Ziehl Abegg Elektrizitätsgesellschaft را در برلین تأسیس کرد.
۱۹۴۹	گونتر و هینز زیل شرکت Ziehl Abegg را در Kunzelsau در جنوب آلمان تجدید بنا کردند.

تأمین کننده موتورهای آسانسور برای شرکت STHAL و شرکت های دیگری در اروپا شدند. به طور مثال موتورهای استاتور خارجی را برای شرکت معروف Kasper gear تأمین کردند.	۱۹۴۹
انقلابی به واسطه تولید نخستین موتور روتور خارجی که موتور یک فن بود.	۱۹۵۷
نخستین واحد تولیدی بیرون از Kunzelsau در Bieringen شروع به کار کرد.	۱۹۶۵
تولید نخستین نمونه موتور سنکرون مغناطیس دائم (PSM) گیرلس در شرکت	۱۹۹۳
تولید نخستین موتور PMS آسانسوری (ZETASYN) در شرکت	۱۹۹۷
تولید نخستین اینورتر فرکانسی برای آسانسور مجهز به فیلترها و کنتاکتورهای اصلی یک پارچه (سری 2 ZETADYN)	۱۹۹۹
تولید دومین نسل موتورهای گیرلس آسانسوری (ZETATOP) در شرکت	۲۰۰۱
تولید نخستین موتور آسانسوری با $D/d$ کمتر از ۸	۲۰۰۳
تولید نخستین موتور آسانسوری با فلکه کشش ۲۴۰ میلی متری برای سیم بکسل های ۶ میلی متری	۲۰۰۵
تولید نخستین اینورتر بدون کنتاکت (سری 4 ZETADYN)	۲۰۱۲
ساخت کارخانه جدید این شرکت با زیربنای ۶۵۰۰ متر مربع در زمینی به مساحت ۲۷۰۰۰ متر مربع.	۲۰۱۴



شکل ۵۰: نمایی از کارخانه جدید ZIEHL-ABEGG

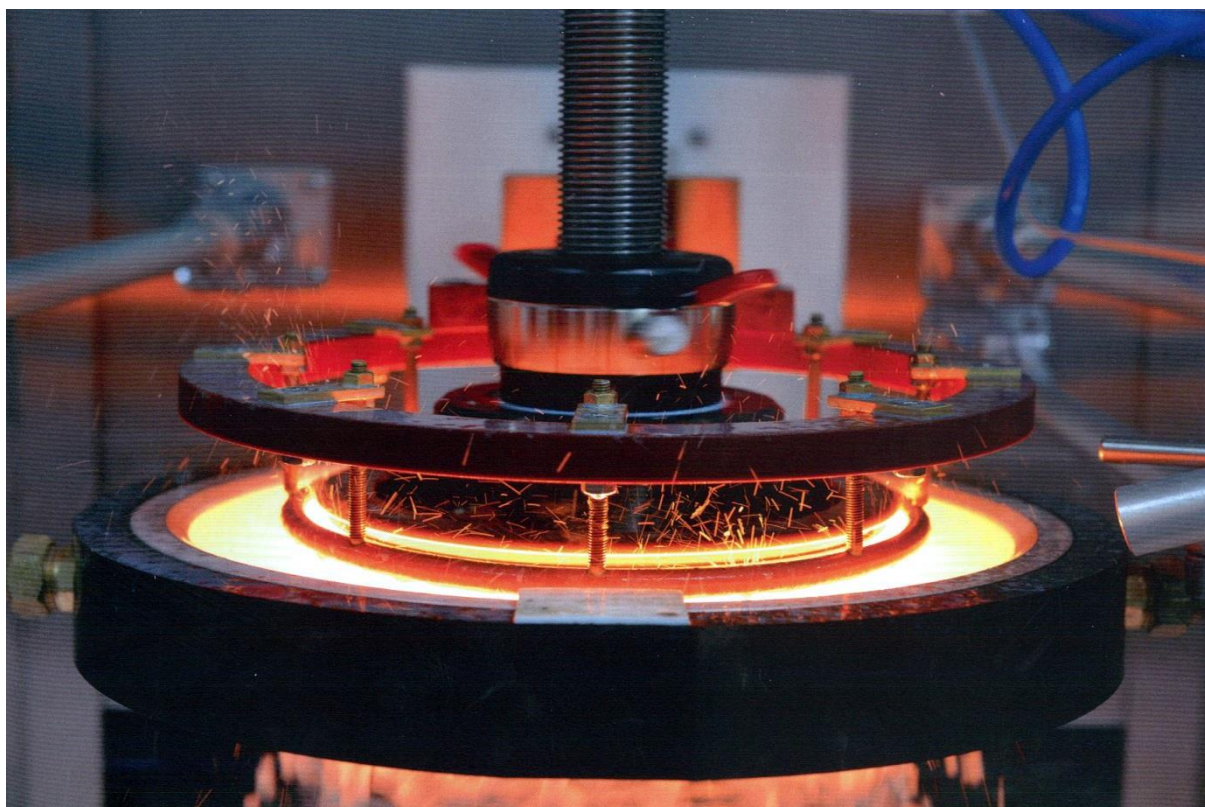


شکل ۵۱: انبارداری



شکل ۵۲: خط تولید - ساخت فلکه کشش





شکل ۵۳: خط تولید - سخت کاری فلکه کشش



شکل ۵۴: خط تولید - آماده سازی موتورهای بزرگ برای تست عملکرد



شکل ۵۵: خط تولید موتورهای کوچک

## ۲-۱-۸- مدیریت کیفیت و گواهینامه‌ها

- مدیریت کیفیت مرکزی
- استانداردهای کیفیت یک پارچه جهانی
- شناسایی واضح محصولات بر اساس شماره‌های سریال
- تست عملکرد صد در صد کلیه محصولات
- گواهینامه‌های:

○ ایزو ۹۰۰۱ (از ۱۹۸۴ میلادی)


○ ایزو ۱۴۰۰۱ (از ۲۰۰۷ میلادی)

○ GOST R و CCC




**Physikalisch-Technische Bundesanstalt**  
Braunschweig und Berlin

**PTB**



(1) **Production Quality Assessment Notification**  
(Translation)

(2) Equipment or protective systems or components intended for use in potentially explosive atmospheres - Directive 94/9/EC 

(3) Notification number: **PTB 00 ATEX Q008-3**

(4) Product group(s): fan drive - asynchronous - motors in the decisive type of protection increased Safety "e"  
A list of the EC-Type Examination Certificates covered by this notification is held by the notified body.

(5) Manufacturer: Ziehl-Abegg AG  
Heinz-Ziehl-Straße, 74653 Künzelsau, Germany


(6) Production site(s): see schedule


(7) The Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Notified Body No. 0102 for Annex IV in accordance with Article 9 of the Council Directive 94/9/EC of March 23, 1994 notifies that the manufacturer has a production quality system in compliance with Annex IV to the Directive. This quality system in compliance with Annex IV to the Directive meets also the requirements of Annex VII, Product Quality Assurance.

(8) This notification is based on the confidential audit report No. 10-39094, issued on May 07, 2010. This notification is valid until October 15, 2012 and can be withdrawn if the manufacturer no longer satisfies the requirements of Annex IV.

**Results of periodical reassessments of the quality system are part of this notification.**

(9) According to Article 10 (1) of Directive 94/9/EC the CE marking shall be followed by the identification number 0102 of PTB as the Notified Body involved in the production control stage.

Zertifizierungssektor Explosionschutz Braunschweig, May 10, 2010  
By order  
Dipl.-Ing. M. Graubert 



Sheet 1/2

Notifications without signature and official stamp shall not be valid. The notification may be circulated only without alteration. Extracts or alterations are subject to approval by the Physikalisch-Technische Bundesanstalt. In case of dispute, the German text shall prevail.  
Physikalisch-Technische Bundesanstalt • Bundesallee 100 • 38116 Braunschweig • GERMANY

شكل ٥٧: گواهینامه ارزیابی کیفیت



**CERTIFICATE**

This is to confirm that the organisation

**ZIEHL-ABEGG** 

Ziehl Abegg AG  
Heinz-Ziehl-Straße  
74653 Künzelsau  
Germany

including the sites  
Würzburger Straße 14-18, 74653 Künzelsau, Germany  
Erlenbachstraße 60, 74214 Bietringen, Germany  
Max-Eyth-Straße 40, 74635 Kupferzell, Germany

has implemented and maintains a Management System in accordance with the standard

**DIN EN ISO 9001:2008**

The scope of the certification covers:

**Development, production and distribution of industrial fans, motors and control systems.**

This certificate is valid until 2015-01-27 and is subject to annual surveillance audits.  
Registration Number: 4428000/QM/01.06  
Audit report 4428000-9100-0001/155484

**VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH**  
VDE Testing and Certification Institute  
Certification



Date: 2012-02-08

Maximilianstraße 28, 82099 Offenbach, Germany  
Telefon: +49 69 83 354-0, Telefax: +49 69 83 106 555  
E-Mail: vde@vde.com, info@vde.com, http://www.vde.com  
VDE certificates are valid only when published on:  
http://www.vde.com/certificates




TGA-ZM-09-02-00

**VDE**  
INSTITUT

شكل ٥٦: گواهینامه ISO 9001

A-KON06\_02 / 01.11.2008

**ZIEHL-ABEGG** 

**EG-Konformitätserklärung**  
Declaration of Conformity

Firma Company: Ziehl-Abegg AG  
Heinz-Ziehl-Straße  
D-74653 Künzelsau  
Germany

Produkte Products: Asynchronmotoren  
Asynchronous motors  
VFD132 VFD160 VFD180 VFD200 VFD225  
VFD250 VFD280  
Synchronmotoren  
Synchronous motors  
SM700 SM860  
SM160 SM200 SM225 SM250

Diese Produkte sind entwickelt, konstruiert und gefertigt in Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG.  
These products are developed, designed and manufactured in accordance with the low voltage directive 2006/95/EC.

Folgende harmonisierte Normen sind angewandt:  
The following harmonized standards are in use:

EN 60034-1: 2004	Drehende elektrische Maschinen - Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten Rotating electric machines - Part 1: Rating and performance
EN 60034-5:2001 + A1:2007	Drehende elektrische Maschinen - Teil 5: Schutzarten ... Rotating electric machines - Part 5: Degrees of protection
EN 90294-1: 2006	Sicherheit von Maschinen; Elektrische Ausrüstung von Maschinen Teil 1: Allgemeine Anforderungen Safety of Machinery - Electrical equipment of machines. Part 1: General requirements

Eine technische Dokumentation ist vollständig vorhanden.  
The complete technical documentation is available.

Die aufgeführten Produkte können nicht selbstständig betrieben werden. Die Einhaltung der Richtlinie ist abhängig von der korrekten Installation und Verwendung der Geräte. Die Einbauanweisungen der Betriebsanleitung sind einzuhalten. Die Geräte sind nur für den Einsatz durch Fachkräfte geeignet.  
The mentioned products are not to be operated as independent units. The compliance with the directive depends on the correct installation and application of the units. The installation instructions of the manual have to be followed. The units are considered only for professional use.

Künzelsau, den 01.11.2008  
Ziehl-Abegg AG  
Ralf Arnold  
Leitung Geschäftsbereich Antriebstechnik / Director Drive Division

شكل ٥٩: اظهارنامه تطابق با استاندارد

Ziehl-Abegg SE Heinz Ziehl-Straße D-74653 Künzelsau

**TEST - RECORD**

According to classification: IE060034-1, DIN EN 60034-1, VDE 0530 AT 40 °C

Remarks: Measurements done with Frequency converter ZETADYN 3C 023

Date: 10.12.2013 Tester: Christ. Neidert

Measured Dates:

Motor No. 13442954 P.2061  
Type SM200 15C-20 n=256 6.9kW  
U 380 V P 6.8 kW  
Frequency 43 Hz n 258 rpm  
SM76 / h 240 M 19.0 A  
DuT SE = 40 % Mn 250 Nm  
J-Motor 0.11 kgm²  
Protection IP 21  
Type of construction IM B3  
Insulationclass F

Tests at ambient temperature 20.0 °C

Resistance in Ohm: U1-V1 Y = 2.937 U1-W1 Y = 2.937 V1-W1 Y = 2.937


Load %	Voltage V	Speed rpm	Torque Nm	Output kW	Current A	Input kW	Effic. %	Power-factor
100	299.01	256	250	6.75	19.25	8.95	75.48	0.897

Measurement of insulation resistance:  
Winding-ground (cold) > 10 Megaohm passed  
Measurement high voltage: time 5 s with 3000 V, 50 Hz passed  
Measurement thermal-winding time 5 s with 2000 V, 50 Hz passed

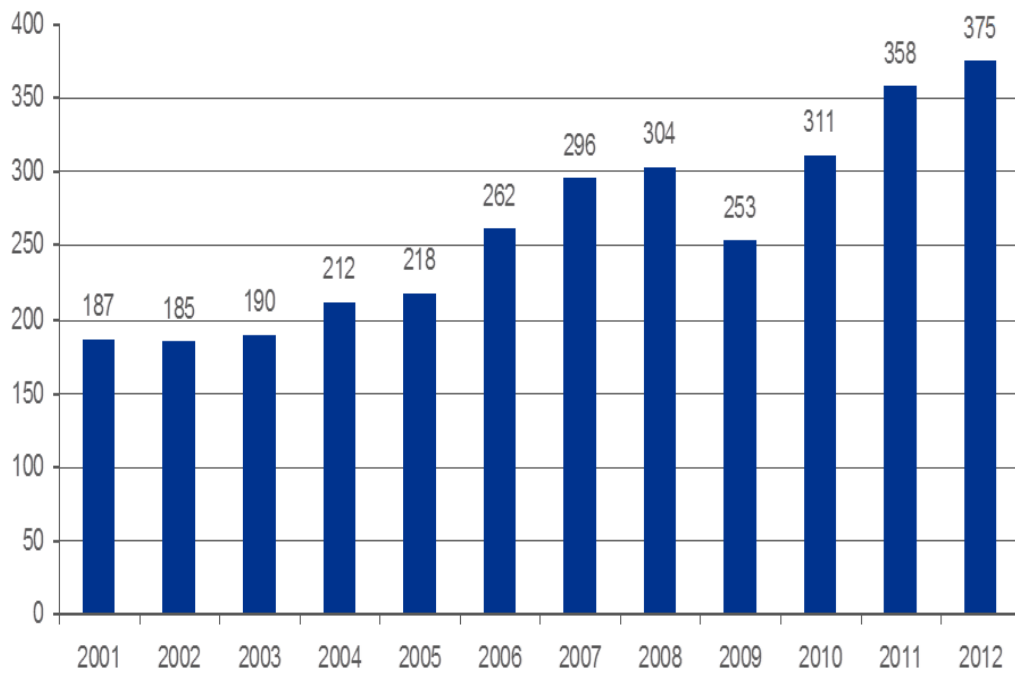
Brake test: static brake torque

direction of rotation	left brake Nm	right brake Nm
clockwise	> 330	> 330
anti-clockwise	> 330	> 330

The Drive was tested and it meets the required specifications

 **ZIEHL-ABEGG**  
Heinz-Ziehl-Straße 14-18, 74653 Künzelsau

شكل ٥٨: نمونه تست عملکرد



شکل ۶۰: میزان فروش سالانه ZIEL-ABEGG

## ۸-۲- معرفی اجمالی محصولات

### ۸-۲-۱- موتورهای ZAtop



- موتور سنکرون مغناطیس دائم
- دو ترمز جداگانه دارای تاییدیه
- گیرلس
- موتور با روتور داخلی
- بدون نیاز به موتورخانه
- نیاز اندک به سرویس و نگهداری

### ۸-۲-۲- موتورهای ZAsyn



- موتور سنکرون مغناطیس دائم
- گیرلس
- دو ترمز جداگانه دارای تاییدیه
- طراحی تخت
- کوچک سازی ابعاد چاه تا حد ممکن
- ایده آل برای نصب بر روی دیوار چاه

### ۳-۲-۸- ZETADYN اینورتر

#### مشخصات

- اینورتر فرکانسی برای موتور آسانسور
- چوک خطی، فیلتر اعوجاج و کنتاکتورهای موتور، همه در یک دستگاه
- طراحی سازگار EMC
- طراحی جمع و جور

#### متعلقات

- نویز فیلتر
- چوک
- مقاومت ترمز



### ۴-۲-۸- نرم افزار ZETALIFT

- نرم افزار انتخاب موتور آسانسور
- انتخاب همزمان موتور و اینورتر
- با قابلیت کنترل کامپیوتری اینورتر
- تخصیص، ذخیره، تهیه رونوشت از پارامترهای حرکتی



### ۵-۲-۸- موتورهای ZAS

- موتور آسانسوری از ترکیب موتور آسنکرون ZIEHL-ABEGG و گیربکس با کیفیت بالا
- طراحی انعطاف پذیر، به ویژه برای پروژه‌های بازسازی
- راحتی سفر بالا با حداقل نویز
- طول عمر بالا



### ۳-۸- مزایای موتورهای گیرلس زیلابگ

#### ۱-۳-۸- مگنت با بهترین کیفیت

برخلاف موتورهای آسنکرون که میدان مغناطیسی روتور از طریق القای مغناطیسی استاتور در سیم پیچ‌های روتور ایجاد می‌شود، در موتورهای سنکرون میدان مغناطیسی روتور به طور مستقیم توسط مغناطیس‌ها دائم (مگنت) تولید می‌شود، از این رو استفاده از مگنت‌هایی بادوام که خصوصیات مغناطیسی خود را در طول زمان از دست ندهند، بسیار حائز اهمیت خواهد بود.



در حال حاضر انواع فعلی مگنت‌هایی که در صنعت ساخت موتورهای سنکرون مغناطیس دائم استفاده می‌شوند، عبارتند از:

- نئودیم-آهن-بروم (NdFeB)؛
- ساماریوم-کبالت (SmCo)؛
- آلومینیوم-نیکل-کبالت (AlNiCo)؛
- فریت (اکسید آهن).

خصوصیات مگنت‌ها را بر اساس مقادیر ویژه آنها بیان می‌کنند که عبارتند از:

- پسماند مغناطیسی Br (شدت میدان مغناطیسی)؛
- شدت میدان مغناطیسی وادارنده Hc (پایداری در برابر غیر مغناطیده شدن)؛
- انرژی  $B \times H$ ؛
- حداکثر دمای عملیاتی.

جدول ۵ مقادیر ویژه انواع مگنت را نشان می‌دهد.

جدول ۵: مقادیر ویژه مگنت‌های معمول

Type	Br [mT]	Hc [kA/m]	BHmax [kJ/m <sup>3</sup> ]	BHmax rel.	Tmax [°C]
NdFeB	1260	1600	280	100%	100-180
SmCo	1100	1600	240	86%	350
AlNiCo	1300	56	44	16%	550
Ferrit	410	260	32	11%	250

همان طور که از جدول فوق برمی‌آید، امکان تولید میدان مغناطیسی به همان شدتی که مگنت‌های نئودیم-آهن-بروم دائم در موتورهایی با اندازه مشابه ایجاد می‌کنند وجود ندارد. مگنت‌های ساماریوم-کبالت حداقل ۲۰٪ ضعیف‌تر هستند، به همین جهت استفاده از این مگنت‌ها صرفاً برای مقاصد خاصی همچون دماهای عملیاتی بسیار بالا معقول خواهد بود. علاوه بر این موارد، پایدار خاصیت مغناطیسی مگنت‌ها در طول زمان نیز از مگنت‌های نئودیم-آهن-بروم به فریت کاهش می‌یابد.

با وجود آن که عملاً برای حفظ کیفیت، جایگزینی برای مگنت‌های نئودیم-آهن-بروم وجود ندارد، اما از سوی دیگر به دلیل کاهش مواد معدنی به ویژه نئودیم و افزایش تقاضای جهانی این مگنت‌ها به واسطه خودروهای هیبریدی و توربین‌های بادی قیمت مگنت‌ها به طور فزاینده‌ای افزایش یافته است؛ به نحوی که برخی تولیدکنندگان (به خصوص تولیدکنندگان چینی) را به سمت استفاده از مگنت‌های باکیفیت پایین‌تر سوق داده است، امری که باعث می‌شود بعد از گذشت ۴ تا ۵ سال به تدریج قدرت موتور مغناطیس دائم ساخت آنها با افت محسوس مواجه شود. این در حالی است که تمامی موتورهای ساخته شده توسط شرکت ZIEHL-ABEGG همواره با مگنت‌هایی با برترین کیفیت تولید می‌شوند و مقادیر ویژه آنها پس از گذشت ۱۵ سال همچنان به اندازه روز اول استفاده خواهد بود.

## ۲-۳-۸- محاسبه اختصاصی برای هر موتور

نرم افزار تخصصی ZETALIFT این امکان را فراهم ساخته که برای تک به تک موتورهای ساخت شرکت زیلابگ پیش از سفارش به خط تولید، بسته به مشخصات پروژه مشتری، محاسبات اختصاصی صورت گیرد و هر موتور با توجه به شرایط خاص پروژه به صورت خاص و نه سری سازی- تولید شود. تک به تک موتورهای این شرکت با شماره سریال خاص خود قابل رهگیری بوده و مشخصات و محاسبات آن در دسترس خواهد بود.

ZETALIFT - 20140725 - calculation ZA-121960

Elevator calculation acc. EN81-1

ZIEHL-ABEGG SE  
Königssee, Germany  
wid Date: 28.10.2014

**Elevator data**

Nominal load	Q	kg	800
Car weight	F	kg	1080 (822 - 1143kg)
Counterweight	G	kg	1480 (50%)
Travelling speed	v	(V <sub>3-</sub> ) m/s	1,60
Travel distance	H	m	40,0
Suspension / (roping)	is		2 : 1
Machine at the top, above			
Shaft efficiency	eta <sub>s</sub>	%	82
Number of pulleys (ball bearing)			3
Type of rope	WOLF F 819 S-FE		
Number of ropes	z		6
Rope diameter	ds	mm	8
Rope weight	s	kg	51 (0,215 kg/m)
Compensation rope weight	su	kg	0
Car cable weight	HK	kg	20
Rope spin weight	R	kg	0
Min. rope breaking load	B	N	30500
Traction sheave diameter Dtr		mm	320
Sheave width		mm	110 (number of grooves 6)
Groove distance		mm	17,0 Standard
Angle of wrap minimum		deg	180
V-groove angle		deg	45

Sheave profile: V-groove with min. 50 HRC

**Traction, rope pressure, rope safety**

Traction empty, on top, accelerating (1,33)  
1,9681 <= 2,0935

Traction 150% nominal load, below, not moving  
1,6451 <= 2,0935

Rope pressure k < permissible rope pressure  
1,59 < 2,00 N/mm<sup>2</sup>

**Conditions according to EN81-1:**

Load 125% 1,5021 <= 2,2726 (1)

Emergency stop 1,6375 <= 1,8625 (4)

with deceleration [m/s<sup>2</sup>] 0,500

Blocked car 12,200 > 5,1648 (4)

Real safety factor > Minimum safety factor for ropes  
19,60 > 12

Rope safety factor according to EN81-1:  
- REGUUV = 06,0 - REGUUV\* = 04,0 - REGUUV\* = 02,0

Pulleys >= 320 mm, pulleys NPR = 0 NPS = 2

Rope safety n<sub>ue</sub> = 19,6 > 15,5 (minSF)

Rope certification EN81

Traction conditions are fulfilled.  
Rope safety conditions are fulfilled.

ZETALIFT - 20140725 - Machine dimensioning ZA-121960

**Mechanical drive data**

Machine manufactured by Ziehl-Abegg  
Machine type 5M 200.30C Gearless synchronous  
Machine version ZETATOP  
Traction sheave mm 320 /110/17,0/6x8/HK45  
Load output torque Nm 478 (max. 499)  
Real statical axle load kg 1661 (max. 2440)

**Brake data**

brake Mayr ROBA-stop-R 400, 2x500, ABV766/2 + ESV766/1  
Dual circuit disk brake, DC supply necessary  
EC type-examination, release monitoring (395 Nm, 0,38 m/s<sup>2</sup>, 4 m, 27697 J, 184 M)  
2 x 500 Nm 207 V brake, w/ hand release

**Machine load data in the installation**

Typical motor operating power kW 6,0  
Typ. operating current 24,8 A, Start. Current 41,0 A at acceleration 0,80 m/s<sup>2</sup>  
Start. Current 39,0 A at acceleration 0,7 m/s<sup>2</sup>  
Average power losses 1,41 kW = 5076,97 kJ/h  
Output speed rpm 191  
Load torque Nm 478,8 (eff. 298,3)  
Inertia of installation kgm<sup>2</sup> 21,88  
240 starts per hour, 50 % required duty cycle  
Max. static load pulleys 1375 N, pulley speed 1,60 m/s

**Selected ZIEHL-ABEGG motor**

Motor type SH200.30C-20 - gearless

Motor type	Nameplate data	(Operating data)
Rated voltage	V	360
Rated frequency	Hz	32 ( 31,8 )
Rated torque	Nm	475 ( 478,8 )
Rated speed	rpm	192 ( 191,8 )
Rated output power	kW	9,6 ( 9,6 )
Rated current	A	24,5 ( 24,7 )
Maximum torque	Nm	828 ( 828 )
Current at maximum torque	A	50 ( 50 )
Inertia of motor	kgm <sup>2</sup>	0,210
Possible acceleration	m/s <sup>2</sup>	1,24
Permissible starts per hour		240, 50 % nominal
Cooling	2 x SF23092A (I-2309_15M)	(64)
Dimension sheet	A-R-6463 / A-R-6604	Motor construction type IMB3
Motor with encoder	ECN 1313-2048Endat	

**Selected frequency inverter**

Inverter ZETADYN 38F82, Rated inverter current 32 A  
main current 19,1 A, 400 V, 12,6 kW, Max. 1,24 m/s<sup>2</sup>  
Radio interference filter, separate FEF040K4; Line reactor, separate ND032  
Brake resistance separate BR25-3 (or Recuperation Zarec)

شکل ۶۱: یک نمونه برگه محاسبه موتور زیلابگ (برای موتور ۱۰ نفره، ۱/۶ متر بر ثانیه)

برای اطلاعات بیشتر به پیوست مراجعه فرمایید

## ۳-۳-۸- درایو تخصصی صنعت آسانسور

شرکت زیلابگ از سال ۱۹۹۹ نیز تولید نخستین نسل اینورتر فرکانسی برای آسانسور مجهز به فیلترها و کنتاکتورهای اصلی یک پارچه را با نام تجاری ZETADYN شروع کرده و در حال حاضر با تولید نسل چهارم این اینورترها از سال ۲۰۱۲، تکنولوژی اینورتر بدون کنتاکت را نیز به صنعت آسانسور عرضه داشته است. اینورترهای ساخت این شرکت منحصرًا و به طور تخصصی برای استفاده در صنعت آسانسور تولید و برنامه ریزی شده است و با داشتن رابط کاربری آسان و لحاظ شدن کلیه شیب های حرکتی و مقادیر لازم برای ایجاد حرکتی روان و با کیفیت، تجربه حرکتی بسیار دلنشینی را برای مسافران فراهم می کند. اندازه های متنوع و تلاش مداوم واحد تحقیق و توسعه شرکت برای کوچک سازی محصولات، این درایوها را برای

استفاده در هر دو دسته تابلوهای فرمان داخل موتورخانه و تابلوهای فرمان آسانسورهای بدون موتورخانه (یا نصب مستقیم در چاه) بسیار مناسب ساخته است.

ساخت موتور و اینورتر آسانسور به طور همزمان توسط یک شرکت این اطمینان را به وجود می‌آورد که با همراه ساختن دانش فنی این دو بخش با یکدیگر، بهترین نتیجه از لحاظ سازگاری عملکرد این دو قطعه به عنوان قلب اصلی آسانسورهای نوین تضمین شده باشد.

اینوترهای ZETADYN با داشتن قابلیت سوئیچ کردن به حالت آماده به کار (Satnd-by) از سوی تابلو فرمان، تا ۵۰٪ از اتلاف انرژی در زمان‌های آماده به کار آسانسور می‌کاهند.

کلیه اینوترهای ZETADYN امکان اتصال به کامپیوتر و همچنین درگاه اتصال کارت حافظه MMC/SD دارند که قابلیت ذخیره‌سازی اطلاعات جهت مستندسازی و تهیه نسخه پشتیبان از پارامترهای یک آسانسور خاص را به راحتی فراهم ساخته است.

#### ۴-۳-۸- تنوع بالای فلکه موتور

سیاست خاص شرکت ZIEHL-ABEGG مبنی بر تولید تک تک موتورها به صورت سفارشی، بسته به شرایط خاص پروژه- و نه سری‌سازی- و خط تولید مجهز این شرکت، این امکان را فراهم آورده است که فلکه کششی موتورهای ساخت ZIEHL-ABEGG بسته به نیاز محاسباتی و طیف گسترده ظرفیت و وزن کابین‌ها، صرف نظر از دو دسته اصلی شیارهای V شکل و U شکل (زیربرش‌دار)، در زوایای مختلف تولید شود. ۸ اندازه زاویه زیربرش برای شیارهای U شکل (از ۷۰ درجه تا ۱۰۵ درجه) و شیارهای V شکل سخت‌کاری‌شده در ۵ اندازه (از ۳۵ درجه تا ۵۵ درجه) این امکان را فراهم ساخته است که یک سری موتور با تغییری اندک در فلکه کشش، بتواند پاسخگوی طیف وسیعی از کاربردها باشد، بی آن که هزینه‌های سربار اضافه به مشتریان تحمیل کند.

کلیه شیارهای V شکل فلکه‌های کشش ساخت ZIEHL-ABEGG سخت‌کاری شده‌اند و فلکه‌های کشش U شکل بسته به شرایط پروژه / درخواست مشتری به صورت سخت‌کاری شده عرضه می‌شوند.

#### ۵-۳-۸- تحقیق و توسعه مداوم

واحد تحقیق و توسعه ZIEHL-ABEGG با استفاده از دانش و تجربه بیش از ۱۰۰ مهندس و هزینه‌کرد ۶٪ کل فروش سالانه همواره در راستای ارتقای محصولات و استفاده از نوین‌ترین تکنولوژی‌ها گام برداشته است. استفاده از به‌روزترین پیشرفت‌های کامپیوتری در طراحی موتور (نرم افزار ETH Zuerich) و آنالیز تمامی طراحی‌ها و شبیه‌سازی‌های کامپیوتری (آنالیز Mould Flow) در تمامی فرآیند تحقیق و توسعه این شرکت نقشی پررنگ دارند. برخی از مهم‌ترین تغییراتی که در سه سال اخیر در تولید موتورهای این شرکت رخ داده عبارتند از:

- پیشبرد و بهینه‌سازی ساختار مکانیکی؛
- تعدیل قطعات ریخته‌گری شده همچون بدنه و لبه‌ها؛
- کاهش ضخامت بدنه در طرفین؛

- کشسانی کمتر بدنه و مصالح شفت؛
- جایگزینی چدن گرده‌ای به جای چدن خاکستری در بدنه موتورهای سایز کوچک (افزایش مقاومت کششی)؛
- بهینه‌سازی سیم‌پیچی‌ها و بهبود شار مغناطیسی و کاهش تلفات؛
- بهینه‌سازی طراحی اتصالات الکتریکی، ارگونومی اتصالات سر کابل سیم‌کشی به جعبه ترمینال؛
- بهینه‌سازی سیستم‌های ترمز و استفاده از ترمزهای قوی‌تر و کم‌صداتر جدید.

**Traction conditions**

Norm: EN81-1

Sheave profile:  Circular undercut groove  hardened  V-groove, hardened  V-groove with undercut

Undercut angle: 90 V-groove angle: 45 (776 < F <= 1567 kg)

Traction conditions	Approval of function according to TRA!	
(empty, on top, accelerating)	1.7229 <= 1.7866	Safe!
(150% nominal load, at bottom, moving)	1.6344 <= 1.7866	Safe!
Acceleration factor	1.18	Acceleration [m/s <sup>2</sup> ]: 0.80

Additional conditions according to EN81-1

Loading	1.4932 <= 1.8119 (1)	Double wrapping: <input type="checkbox"/>
Emergency stop	1.6253 <= 1.6410 (4)	Total number of pulleys: 3
Blocked	12.9996 > 3.2830 (4)	Pulley diameter: 320
EN81-1 is fulfilled!		Rope reverse bendings: 0
Rope pressure (TRA): 4.77 < 9.00		Rope uniform bendings: 2
Safety factor: 24.75 > 12		
Rope safety for rope lifetime acc. EN81-1: Safety factor nue = 24.8 > minSF = 16.4		

NEQUIV = 07.0 NEQUIVT = 05.0 NEQUIVP = 02.0

Buttons: Help, Input, Machine/Lie arbox, A3/UCM, Cancel, Previous, Next

شکل ۶۲: امکان انتخاب انواع شیار. سمت چپ: U شکل با زیرپرش از ۷۰ تا ۱۰۵ درجه - سمت راست: V شکل از ۳۵ تا ۵۵ درجه

### ۶-۳-۸- تست عملکرد کلیه موتورها

عملکرد صد در صد کلیه محصولات ZIEHL-ABEGG به طور کامل (و نه به صورت موردی) پیش از ارائه به بازار چک می‌شود. عملکرد تمام کامپیوتری میزهای تست، تست موتور زیر بار، اندازه‌گیری دقیق و تمام کامپیوتری قطعات موتور و دیگر تست‌های لازم منطبق با استانداردهای روز اروپا، بر روی کلیه موتورهای ساخت این شرکت انجام می‌شود. دو برج تست ۲۵ متری این شرکت امکان آزمایش محصولات واحد تحقیق و توسعه و نیز انجام تست‌های پیشرفته و اطمینان از کیفیت دیگر محصولات ساخت ZIEHL-ABEGG را فراهم ساخته است.



شکل ۶۳: یکی از میزهای تست موتور



شکل ۶۴: اندازه‌گیری سه‌بعدی قطعات

Ziehl-Abegg SE      Heinz Ziehl-Straße      D-74653 Künzelsau

**TEST - RECORD**

According to classification: IEC6034-1, DIN EN 6034-1, VDE 0530      AT: 40 °C

Remarks: Measurements done with Frequency converter ZETADYN 3C 032

Date: 16.07.2014      Tester: Rittmann, Tim

Marked Dates:

Motor-No: 14240630-P-0002

Type: SM200 30C-20 n=192, 9.6kW

U: 380 V      P: 9.6 kW

Frequency: 32 Hz      n: 192 rpm

Starts / h: 240      In: 0.0 A

Duty: S5 = 40 %      Mn: 15 Nm

J - Motor: 0.21 kgm<sup>2</sup>

Protection: IP 21

Type of construction: IM B3

Insulationclass: F

Tests at ambienttemperature: 22.0 °C

Resistance in Ohm      U1-V1 Y = 2.215      U1-W1 Y = 2.215      V1-W1 Y = 2.215

Load %	Voltage V	Speed rpm	Torque Nm	Output kW	Current A	Input kW	Effic. %	Power-factor
100	308.6	192	476	9.54	24.79	12.20	78.29	0.920

Measurement of insulation resistance:

Winding - ground (cold) > 10 Megaohm      passed

Measurement high voltage:      passed

Measurement winding - ground, time 5 s with 3000 V, 50 Hz:      passed

Measurement thermistor - winding, time 5 s with 2000 V, 50 Hz:      passed

Brake test: static brake torque

direction of rotation	left brake Nm	right brake Nm
clockwise	> 600	> 600
anti-clockwise	> 600	> 600

The Drive was tested and it meets the required specifications

*[Signature]*

**ZIEHL-ABEGG**

ZIEHL-ABEGG SE  
Heinz-Ziehl-Straße | 74653 Künzelsau

شکل ۶۵: نمونه تست عملکرد موتور گیرلس

### ۷-۳-۸- کاهش قیمت

با وجود افزایش جهانی قیمت مگنت، واحد تحقیق و توسعه شرکت ZIEHL-ABEGG به طور مدام می‌کوشد نه تنها از افزایش قیمت‌های تمام شده محصولات جلوگیری کند، بلکه با نوآوری و بهینه‌سازی‌های مداوم، در مسیر کاهش حداکثری قیمت تمام شده گام بردارد.

از سوی دیگر، شرکت سیگما به عنوان نماینده انحصاری شرکت ZIEHL-ABEGG آلمان در ایران، با تمرکز بالا روی این کالا و انجام اقدامات موثر در توسعه بازار این محصول به عنوان محصولی با کیفیت بالا از جمله:

- برگزاری سمینار تخصصی آموزشی در زمینه موتورهای گیرلس (تهران و اصفهان - ۱۳۹۱)؛
- برگزاری سمینار تخصصی آموزشی در زمینه موتورهای گیرلس (تهران و شیراز و مشهد - ۱۳۹۳)؛
- حضور در نمایشگاه صنعت آسانسور و پله برقی ایران با همراهی و حضور مدیران بین‌المللی و منطقه‌ای شرکت ZIEHL-ABEGG (تهران - ۱۳۹۴)؛
- بهینه‌سازی موتورهای مورد نیاز بازار ایران از نظر تعداد سیم‌بکسل، توان مکانیکی، نوع شیار، سخت‌کاری و...؛
- تعریف بسته‌های روتین موتور گیرلس با توجه به دانش فنی مجموعه و شناخت نیاز بازار ایران و سفارشات با تیراژ بالا به شرکت مادر؛



- ارسال مستندات و آشنا ساختن بیشتر شرکت مادر با وضعیت و پتانسیل‌های بازار ایران؛
  - کاستن از میزان سود شرکت در این محصول خاص؛
  - و اقداماتی دیگر...
- توانسته با اثبات ثبات قدم، عملکرد، توانمندی و پشتیبانی موثر خود به آن شرکت، ضمن تعامل بهتر با شرکت ZIEHL-ABEGG، در راستای ارائه باکیفیت‌ترین محصول روز دنیا با قیمت‌های به شدت رقابتی نسبت به کالاهای موجود در بازار ایران گام بردارد.



شکل ۶۶: سمینار تخصصی آموزشی در زمینه موتورهای گیرلس و استاندارد EN81-1:2000 (تهران و اصفهان - ۱۳۹۱)



شکل ۶۷: سمینار تخصصی آموزشی در زمینه موتورهای گیرلس و تابلوهای درایو دار (تهران و شیراز و مشهد - ۱۳۹۳)



شکل ۶۸: حضور سیگما به همراه مدیران بین‌المللی و منطقه‌ای شرکت ZIEHL-ABEGG در چهارمین نمایشگاه بین‌المللی صنایع آسانسور و پله برقی (تهران - ۱۳۹۴)

www.sigma-er



## پیوست: برگه محاسبات موتور ZIEHL-ABEGG

ZAlift - 20150114 - calculation g1393141

ZIEHL-ABEGG SE  
Künzelsau, Germany  
g13 Date: 8/19/2015

Elevator calculation acc. EN81-1

### Elevator data

ظرفیت	Nominal load	Q	kg	800	
وزن کابین	Car weight	F	kg	1000	(817 - 1294kg)
وزنه تعادل	Counterweight	G	kg	1400	(50%)
سرعت کابین	Travelling speed	v	(V_3=)	m/s	1.60
طول تراول	Travel distance	H	m	30.0	
بکسل بندی	Suspension / (roping)	is			2 : 1
موقعیت موتور	Machine at the top, above				
بازده چاه	Shaft efficiency	etaS	%	82	
تعداد هرزگرد	Number of pulleys (ball bearing)			3	
نوع سیم بکسل	Type of rope	WOLF PAWO F7			
تعداد سیم بکسل	Number of ropes	z		6	
قطر سیم بکسل	Rope diameter	ds	mm	8	
وزن سیم بکسل	Rope weight	s	kg	46	(0.258 kg/m)
وزن زنجیر جبران	Compensation rope weight	su	kg	0	
وزن تراول کابل	Car cable weight	HK	kg	15	
وزن فلکه ضد پیچش	Rope span weight	R	kg	0	
حداقل نیروی گسیختگی	Min. rope breaking load	B	N	40600	
قطر فلکه کشش	Traction sheave diameter	Dtr	mm	320	
شخامت فلکه کشش	Sheave width		mm	110	(number of grooves 6)
گام شیار فلکه	Groove distance		mm	17.0	Standard
زاویه پیچش (آلفا)	Angle of wrap minimum	min.	deg	180	
زاویه شیار	V-groove angle		deg	45	

Sheave profile: V-groove with min. 50 HRC

### محاسبات فلکه کشش Traction, rope pressure, rope safety

Traction empty, on top, accelerating (1.33)  
 $1.9562 \leq 2.0935$   
 Traction 150% nominal load, below, not moving  
 $1.6378 \leq 2.0935$   
 Rope pressure  $k <$  permissible rope pressure  
 $1.58 < 2.00 \text{ N/mm}^2$

محاسبات سرخوردگی Conditions according to EN81-1:  
 Load 125%  $1.4949 \leq 2.2726$  (1)  
 Emergency stop  $1.6337 \leq 1.8625$  (4)  
 with deceleration  $[m/s^2]0.500$   
 Blocked car  $13.491 > 5.1648$  (4)

Real safety factor  $>$  Minimum safety factor for ropes  
 $26.24 > 12$

محاسبات ضریب اطمینان Rope safety factor according to EN81-1:  
 $NEQUIV = 06.0 \quad NEQUIVT = 04.0 \quad NEQUIVP = 02.0$   
 Pulleys  $\geq 320 \text{ mm}$ , pulleys NPR = 0 NPS = 2  
 Rope safety  $nue = 26.2 > 15.5$  (minSF)  
 Rope certification EN81

Traction conditions are fulfilled.  
 Rope safety conditions are fulfilled.

## ZAlift - 20150114 - Machine dimensioning g1393141

### Mechanical drive data

Machine manufactured by Ziehl-Abegg

Machine type SM 200.30C Gearless synchronous

Machine version ZAtop \*

مشخصات فلکه	Traction sheave	mm	320 /110/17.0/6x8/HK45
گشتاور خروجی	Load output torque	Nm	468 (max. 499)
استاتیک لود	Real statical axle load	kg	1653 (max. 2440)

### Brake data

brake Mayr ROBA-stop-R 400, 2x500, ABV766/2 + ESV766/1

Dual circuit disk brake, DC supply necessary

EC type-examination, release monitoring (387 Nm, 0.41 m/s<sup>2</sup>, 4 m, 25596 J, 184 W)

مشخصات ترمز 2 x 500 Nm 207 V brake, w/ hand release

### Machine load data in the installation

Typical motor operating power	kW	6.0
Typ. operating current 24.2 A, Start. Current	40.2 A at acceleration 0.80 m/s <sup>2</sup>	
Start. Current	38.2 A at acceleration 0.7 m/s <sup>2</sup>	
Average power losses	1.38 kW = 4972.84 kJ/h	
Output speed	rpm	191
Load torque	Nm	469.0(eff. 298.7)
Inertia of installation	kgm <sup>2</sup>	21.67
240 Starts per hour , 50 % required duty cycle		
Max. static load pulleys	13735 N, pulley speed	1.60 m/s

### Selected ZIEHL-ABEGG motor

نوع موتور	Motor type SM200.30C-20 - gearless	Nameplate data	(Operating data)
ولتاژ	Rated voltage	V	360
فرکانس	Rated frequency	Hz	32 ( 31.8)
گشتاور	Rated torque	Nm	475 ( 469.0)
دور موتور	Rated speed	rpm	192 ( 191.0)
توان	Rated output power	kW	9.6 ( 9.4)
جریان	Rated current	A	24.5 ( 24.2)
حداکثر گشتاور	Maximum torque	Nm	820 ( 820 )
جریان راه اندازی	Current at maximum torque	A	50 ( 50 )
	Inertia of motor	kgm <sup>2</sup>	0.240
	Possible acceleration	m/s <sup>2</sup>	1.28
	Permissible starts per hour	240, 50 % nominal	(Info: 100, 0)
	Cooling 2 x SF23092A (1~230V_15W)	(64)	
	Dimension sheet A-M-6463 / A-M-6604, Motor construction type	IMB3	
	Motor with encoder ECN 1313-2048Endat		

### Selected frequency inverter

مشخصات درایو	Inverter ZETADYN 3BF032, Rated inverter current	32 A
ومتعلقات	mains current 18.6 A, 400 V, 12.3 kW, Max. 1.28 m/s <sup>2</sup>	
	Radio interference filter, separate FEF040KK4; Line reactor, separate	ND032
	Brake resistance separate BR25-3 (or Recuperation: ZAreC)	

## منابع و مأخذ

### کتاب‌های مرجع، استانداردها و راهنماهای آموزشی

- [1] "Operating Instruction ZAtop Series", Ziehl-Abegg SE, Künzelsau, Germany, 2015
- [2] "Operating Instruction Zetadyn Inverter", Ziehl-Abegg SE, Künzelsau, Germany, 2015
- [3] "Installation and Operational Instructions for ROBA Brakes" (Series silenzio / duplostop / twinstop) Chr. Mayr GmbH + Co. KG, Mauerstetten, Germany, 2014
- [4] "Installation and Operating Instructions for ROBA switch", Chr. Mayr GmbH + Co. KG, Mauerstetten, Germany, 2014
- [5] J. P. Andrew & S. Kasczmarczyk, "System Engineering of Elevators", Alabama: Elevator World, 2011
- [6] EN 81-1:1998+A3:2009, Safety rules for the construction and installation of lifts — Part 1: Electric lifts

[7] استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۶۳۰۳: تجدید نظر اول، ۱۳۹۳، مقررات ملی مقررات ایمنی ساختار و نصب آسانسور، قسمت اول - آسانسورهای برقی

[8] فصیحی، ا.، و هاشمی، ا.، و نصیری، آ.، «راهنمای جامع آسانسور و پله برقی»، جلد دوم، ویرایش دوم، تهران: نشر نوآور، ۱۳۹۲

### مقالات چاپ شده همکاران گروه شرکت‌های سیگما

محمد حاج زمان

- [9] «آشنایی با انکودر و انواع آن»، فصلنامه دنیای آسانسور، بهار ۹۳، سال چهاردهم، شماره ۵۵
- [10] «درایو و اینورتر در آسانسور»، فصلنامه دنیای آسانسور، بهار ۹۱، سال دوازدهم، شماره ۴۷
- [11] «راه‌اندازهای مدرن VVVF»، فصلنامه دنیای آسانسور، تابستان و پاییز ۸۹، سال یازدهم، شماره ۴۰-۴۱

محمد حاج زمان و امیررضا هاشمی

- [12] «ترمز الکترومکانیکی آسانسور»، فصلنامه دنیای آسانسور، تابستان ۹۲، سال سیزدهم، شماره ۵۲
- [13] «یادداشتی بر تأثیر زیربرش شیار فلکه بر محاسبه ضریب اصطکاک»، فصلنامه دنیای آسانسور، زمستان ۹۱، سال سیزدهم، شماره ۵۰

امیررضا هاشمی

- [14] «موتور گیرلس در آسانسور»، فصلنامه دنیای آسانسور، بهار ۹۱، سال دوازدهم، شماره ۴۷
- [15] «بررسی انرژی مصرفی در زمان‌های کاری آسانسور»، فصلنامه دنیای آسانسور، زمستان ۹۲، سال

چهاردهم، شماره ۵۴

## دوره‌های آموزشی

- [۱۶] «دوره آموزشی مدیران فنی شرکت‌های دارای گواهی نامه طراحی و مونتاژ: آشنایی با فن‌آوری‌های نوین در صنعت آسانسور (گیرلس، MRL و...) و آشنایی با ویرایش جدید استاندارد ملی آسانسورهای برقی»، سندیکای صنایع آسانسور و پله‌برقی ایران، تهران، ۱۳۹۲
- [۱۷] «دوره آموزشی سمینار تخصصی مهارتی آسانسورهای دارای موتورهای گیرلس و سیستم‌های نصب روم‌لس»، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۱۳۹۳

## منابع دیگر

- [۱۸] ایرج فصیحی، «محاسبه توان مداوم مورد نیاز آسانسور»، فصلنامه دنیای آسانسور، پاییز ۹۰، سال دوازدهم، شماره ۴۵
- [۱۹] محمود حاج زمان، «بازدهی انرژی آسانسور»، فصلنامه دنیای آسانسور، زمستان ۸۹، سال یازدهم، شماره ۴۲
- [۲۰] علیرضا ترقی، «کاربرد موتورهای سنکرون مغناطیس دائم در صنعت آسانسور»، فصلنامه دنیای آسانسور، پاییز ۸۶، سال هشتم، شماره ۲۹