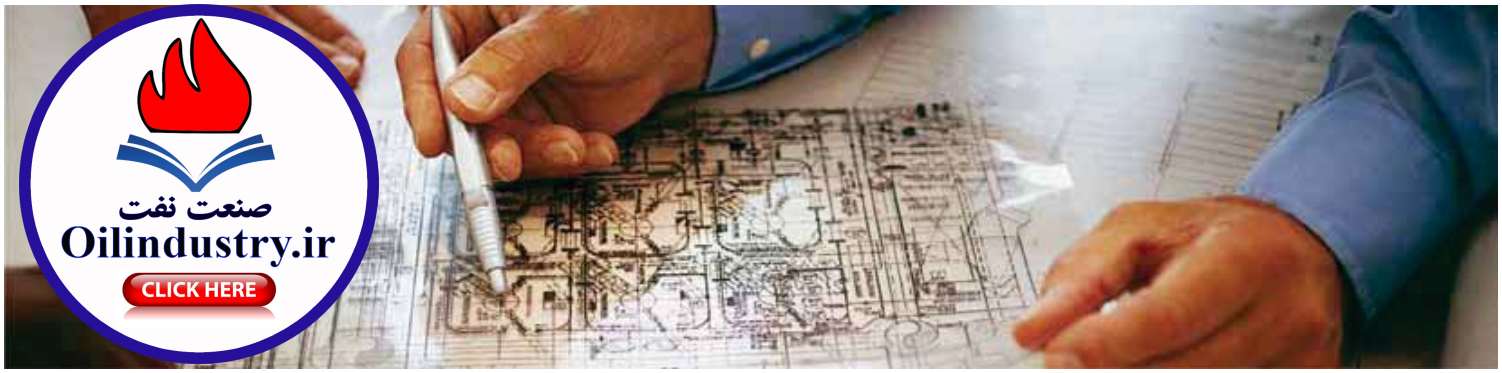

صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

مدیریت مهندسی پروژه‌های نفت و گاز

نویسنده: محمدرضا نجفی‌زاده

مقدمه

امروزه دیگر تصور یک کارخانه یا مجتمع فرایندی بدون وجود انرژی الکتریکی غیرممکن شده است. ازطرف دیگر، زندگی بدون انرژی الکتریکی نیز عملاً غیرممکن به نظر می‌رسد. درگذشته انرژی الکتریکی از ژنراتورهای محلی که توسط محرک‌های توربینی یا دیزلی به حرکت در می‌آمدند تأمین می‌شد، اما امروزه با افزایش مصرف انرژی الکتریکی اغلب این انرژی از طریق ژنراتورهای بسیار بزرگ که انرژی خود را از آب سدها، راکتورهای هسته‌ای، توربین‌های گازی، بخار و بادی، همچنین انرژی خورشیدی و زمین‌گرمائی، به دست می‌آورند، تأمین می‌گردد. از ژنراتورهای محلی برای تامین انرژی‌الکتریکی در مواقع اضطراری و یا تامین انرژی در مناطقی که هزینه انتقال انرژی الکتریکی به آنجا بسیار گران باشد، استفاده می‌گردد. البته باید به این نکته توجه کرد که با مطرح شدن و توسعه استفاده از انرژی خورشیدی و توربین‌های بادی کوچک به تدریج شبکه‌های انتقال و توزیع انرژی الکتریکی دچار تغییرات جدی خواهند شد. این تغییرات به این صورت خواهد بود که وظیفه تامین انرژی در واحدهای و تاسیسات مستقل برعهده تولیدکنندگان محلی انرژی قرار خواهد گرفت. در حال حاضر نمونه‌هایی از این استقلال را در نقاط مختلف جهان می‌بینیم. استفاده از توربین‌های بادی کوچک، پانل‌های خورشیدی یا آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی به یک فعالیت عادی و پر مصرف تبدیل‌شده است. از سوی دیگر استفاده از منابعی که به فناوری بالاتری نیاز دارد نظیر استفاده از پیل‌سوختی، که زمانی فقط به عنوان تامین‌کننده انرژی درماموریت‌های فضایی مطرح بود، نیز وارد سیستم تامین انرژی شده‌اند، به عنوان یک نمونه عملی، در هوستون آمریکا تامین برق یک بیمارستان توسط پیل سوختی انجام می‌شود.

در پروژه‌های صنعتی با توجه به نوع پروژه ۵ تا ۳۵ درصد هزینه تمام شده پروژه را هزینه تامین تجهیزات الکتریکی و تجهیزات انتقال انرژی الکتریکی(کابل، هادی، شمش و سیم) تشکیل می‌دهد. بنابراین شناخت بهتر بارهای الکتریکی، روش‌های مناسب توزیع، شناخت مشخصات تجهیزات الکتریکی و همچنین بررسی و شناخت ایمنی الکتریکی کمک مناسبی به طراحی و ساخت یک پروژه به صورت بهینه خواهد کرد. در ادامه این قسمت به بررسی نکات مهم در طراحی و همچنین بررسی مختصر تجهیزات الکتریکی، کابل و آزمایش تجهیزات الکتریکی می‌پردازیم. بررسی مدارک فرایندی و تخمین میزان بارهای الکتریکی و تهیه نقشه تک‌خطی اولیه، شروع طراحی در بخش برق محسوب می‌گردد، در سال‌های اخیر در ابتدای طراحی، مدرک Electrical Design Criteria نیز تهیه می‌گردد، تولید این مدرک و اخذ تائیدیه از کارفرما یا مشاور کارفرما باعث می‌شود مهندس طراح برای شروع طراحی فرضیات تاییدشده بیشتری در دست داشته باشد و جلوی اعمال نظرات سلیقه‌ای در طول مدت طراحی گرفته شود. در این مدرک همزمان الزامات محیطی، محدودیت‌های مشخصات و هزینه نهایی تجهیزات و همچنین علایق کارفرما لحاظ می‌گردد.

تعیین استراتژی

اولین وظیفه و شاید با اهمیت‌ترین وظیفه بخش طراحی برق تعیین استراتژی این بخش می‌باشد. برای انتخاب محل اجرای پروژه یا اجرای طرح توسعه لازم است در ابتدا وضعیت تامین انرژی الکتریکی و میزان انرژی مورد نیاز مشخص شود. موضوع تامین انرژی می‌تواند در جابجایی یا تثبیت محل اجرای پروژه تاثیرگذار باشد، همچنین مسئله تامین انرژی می‌تواند در انتخاب نوع تجهیزات تامین‌کننده نیروی محرکه اصلی پروژه نیز تاثیرگذار باشد. در امکان‌سنجی طراحی پروژه باید وضعیت میزان انرژی[هم انرژی الکتریکی و هم انواع سوخت] مورد نیاز و هزینه اولیه و جاری آن مشخص شود. به غیر از پروژه‌های استراتژیک که دارای توجیه سیاسی یا اجتماعی خاص می‌باشند، در سایر پروژه‌ها باید به حاشیه مناسب سود و بازگشت سرمایه در یک دوره مشخص شده توجه شود. هزینه انجام شده برای تامین انرژی الکتریکی یا هزینه جاری انرژی مصرفی کاملاً باید توجیه اقتصادی داشته باشد. پس از تعیین مقدار انرژی مورد نیاز و هزینه‌های آن، موضوع مهم دیگر تعیین نوع تجهیزات تامین‌کننده نیروی محرکه اصلی می‌باشد. نوع این تجهیزات را شرایط پروژه، محل اجرای پروژه، فناوری‌های در دسترس، شرایط تعمیرات ونگهداری، آشنایی سیستم بهره‌بردار با تجهیزات و در نهایت میزان سرمایه اولیه تعیین می‌کند. به عنوان مثال برای اجرای ایستگاه تقویت فشارگاز در گذشته اولین انتخاب توربین‌گازی بود و در حال حاضر نیز از انتخاب‌های اصلی محسوب می‌شود. با انتخاب توربین گازی و با توجه به مهیا بودن سوخت موردنیاز، در هزینه انتقال انرژی به ایستگاه صرفه‌جوئی می‌شود. اما با توسعه موتورهای گازسوزصنعتی که دارای راندمان و هزینه اولیه مناسبی می‌باشند دیگر نمی‌توان به راحتی توربین‌گازی را انتخاب نمود و باید به صورت رقابتی به توربین و موتور گازی نگاه کرد. از طرف

دیگر با توجه به امکان بالا بردن بازده تولید انرژی الکتریکی از حدود ۲۷ درصد به ۶۰ درصد در یک سیکل ترکیبی و با توجه به اینکه الکتروموتورها دارای بازده بالاتر ۹۰ درصد می‌باشند. تولید انرژی الکتریکی در نزدیکی پالایشگاه گاز و استفاده از الکتروموتور در پالایشگاه با توجه به مزایای الکتروموتور نسبت به توربین گازی می‌تواند انتخاب مناسب دیگری باشد. مثال دوم در این زمینه ایستگاه‌های انتقال نفت خام و فرآورده‌های نفتی می‌باشد. در این ایستگاه‌ها علاوه بر توربین گازی و الکتروموتور که از گذشته مرسوم بوده‌اند، در حال حاضر امکان استفاده از موتورهای دیزلی با سوخت نفت خام، گازوئیل، نفت سفید و... نیز وجود دارد. استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر به صورت پراکنده از گزینه‌های جدیدی است که طراحان بخش برق باید به آن توجه کنند. اگرچه هنوز امکان تامین انرژی از این راه برای بارهای اصلی ایجاد نشده است، اما تامین انرژی بارهای روشنایی، شارژ باتری‌ها و به حرکت درآوردن الکتروموتورهای کوچک کاملاً ممکن، اقتصادی بوده و توصیه شده است.

تا اینجا به موضوع امکان‌سنجی تامین انرژی الکتریکی و انتخاب نیروی محرکه بارهای اصلی به عنوان دو وظیفه اولیه و مهم بخش برق اشاره کردیم. حالا مهندس برق باید بارهای الکتریکی عادی و اضطراری را با توجه به مدت در مدار بودن بارها و با کمک اطلاعات فرایند تخمین بزند. وظیفه جدید تخمین انرژی تجدیدپذیر و توجیه فنی اقتصادی آن نیز در سال‌های اخیر به مجموعه وظایف این بخش اضافه شده است. البته باید دقت کرد که ماهیت استفاده از برخی از روش‌ها در اساس الکتریکی نمی‌باشد، به عنوان مثال استفاده از آبگرمکن خورشیدی جایگزین آبگرمکن گازی به نظر ربطی به بخش برق ندارد، اما به صورت مرسوم بخش برق در تعامل با بخش فرایند مجموع انرژی الکتریکی قابل تأمین را محاسبه می‌نماید.

۱» تخمین بارهای الکتریکی Estimation Electrical Loads

یکی از اولین وظایف مرتبط با طراحی در بخش برق، تخمین میزان بار مصرفی در حالت کارکرد عادی و حالت اضطراری می‌باشد. تخمین میزان بارهای الکتریکی و شروع طراحی برق وابسته به مدرک Load list می‌باشد که توسط بخش فرایند و باهماهنگی بخش برق و احتمالاً مکانیک و ابزاردقیق تهیه می‌گردد. وظیفه مهندس طراح برق، داشتن اطلاعات مناسب از میزان مصرف تجهیزات در شرایط کاری مختلف و اطلاع داشتن از مشخصات تجهیزاتی است که تازه تولید شده‌اند. همچنین وضعیت مصرف تجهیزات در حالت‌های بحرانی و زیر بارسنگین و همچنین تعیین و اضافه نمودن حاشیه اطمینان مورد نیاز به اطلاعات فرایند، از دیگر وظایف مهندس طراح می‌باشد. عملاً هیچ قانون سختگیرانه‌ای برای تعیین میزان بارها وجود ندارد و مهندس طراح باید با توجه به تجربه و بررسی فرایند و احتمالاً تاریخچه بهره‌برداری کارخانه و فرایند مشابه و بررسی مشخصات تجهیزات برقی و مکانیکی به مقادیر مناسب بارهای مصرفی دست یابد، در این راه او در ابتدا باید پاسخ سوالاتی که در پی می‌آید، را پیدا نماید و سپس این پاسخ‌ها را به روش اجرائی تبدیل نماید.

۱- آیا این واحد صنعتی یک واحد سبز(از نظر میزان مصرف انرژی باید بهینه باشد) است؟
۲- این واحد صنعتی برای چه دوره بهره‌برداری(۱۰، ۲۰، ۳۰ ساله ، ...) طراحی می‌شود؟
۳- آیا این واحدصنعتی، جدید است یا توسعه واحد موجود می‌باشد؟
۴- منبع انرژی الکتریکی اصلی در داخل، بیرون یا ترکیبی از این دو روش است؟
۵- چه میزان از انرژی الکتریکی باید از منابع تجدیدپذیر تأمین گردد و آیا قابل تأمین می‌باشد؟
۶- آیا کارفرما دستورالعملی برای در نظرگرفتن میزان لوازم اضافی (Spare) دارد؟
۷- توجه به چه موضوعاتی در زمان بهره‌برداری و تعمیرات اهمیت دارد؟
۸- ضریب قدرت (Power factor) تا چه میزان اهمیت دارد؟
۹- در صورت توقف اضطراری در اثر fault چه مشکلاتی در فرایند و وضع واحد ایجاد خواهد شد؟
۱۰- وضعیت fault در بالا دست چگونه است؟

۲» تخمین منابع انرژی تجدیدپذیر Estimation Renewable Power sources

تخمین میزان انرژی تجدیدپذیر در دسترس از وظایف بین بخشی برق و فرایند می‌باشد. مهندس طراح باید با بازدید از پروژه‌های اجرا شده در منطقه و نزدیک محل اجرای پروژه، مطالعه مقررات حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر و دریافت اطلاعات از سازندگان تجهیزات و مشاوران فعال در این زمینه، اطلاعات کافی جهت پیشنهاد نوع انرژی، چیدمان، میزان انرژی قابل انتظار و تجهیزات مورد نظر را تهیه و ارائه نماید. در حال حاضر فناوری مربوط به استفاده از انرژی خورشیدی به میزان خوبی پیشرفت کرده و پانل‌های مبتنی بر فتوولتاییک دارای توجیه قتصادی تولید می‌شوند. از سوی دیگر در بخش قابل توجهی از کشور ایران توان دریافتی در هرمتر مربع برای استفاده از انرژی خورشیدی توجیه اقتصادی دارد. بعد از انرژی خورشیدی استفاده از انرژی باد به وسیله توربین‌های بادی کوچک[مینی توربین] در برخی از مناطق کشور نظیر استان‌های گیلان، خراسان، سیتان و بلوچستان و کرمان کاملاً اقتصادی است و در استان‌های دیگر حسب مورد باید موضوع بررسی شود. استفاده از سایر منابع نظیر انرژی زمین گرمایی، جذرومد بستگی به موقعیت محل احداث پروژه دارد پیل‌های سوختی هنوز برای استفاده عادی اقتصادی نشده‌اند. بازیافت انرژی گرمایی توربین‌های گازی، منبع دیگری است که می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

تهیه نقشه‌ها و مدارک طراحی

درچند هفته اول طراحی، مهندس‌طراح به نقشه تک‌خطی اصلی Key Single-Line(or One-Line) و نقشه‌های تک خطی فرعی مربوط به subsidiary به صورت مقدماتی(با مقادیرتقریبی (Roughly)) نیاز خواهد داشت. در نقشه تک‌خطی باید منابع تامین انرژی الکتریکی اصلی مانند ژنراتورها، سویچگیراصلی Main Switchgear و interconnections به سویچگیرهای پایین‌دست نشان داده شوند. همچنین دراین نقشه، تجهیزات مهم نظیر ترانسفورمرهای قدرت، کلیدهای ورودی و قدرت، بارهای مهم نظیر موتورهای القایی و باس‌بارها، اتصال سیستم به تجهیزات موجود یا سایت قدیم نشان داده می‌شود. در نقشه تک‌خطی سطوح مختلف ولتاژ، فرکانس سیستم، توان یا ولت-آمپر تجهیزات اصلی و سطوح خطا و همچنین گروه برداری ترانسفورمر نیز باید نشان داده‌شوند. دراین مرحله طراح بایدجدولی از بارها را برای هرکدام از سویچگیرهای‌فرعی Subsidiary Switchgear و مرکزکنترل‌موتور [MCC[Motor Control Centre و سویچگیراصلی تهیه کند. با استفاده از لیست‌بارها تخمین ابتدایی از میزان بار مصرفی کل واحد صنعتی خواهیم داشت. برای محاسبه این بارها نیازمند دسته‌بندی آنها می‌باشم. اول بارها به بارعادی (Normal) و اضطراری (Emergency) تقسیم می‌شوند. بارهای عادی را بر روی باس عادی و بارهای اضطراری را بر روی باس اضطراری در نظر می گیریم. دوم وضعیت در مدار قرارگرفتن بارها می‌باشد. بارهای همیشگی (Continuous) را با ضریب یک به مفهوم ۱۰۰ درصد در نظر می گیریم، ضریب بارهائی که گاهی (Intermittent) در مدار قرار می گیرند را برحسب مطالعه انجام شده در نظر می گیریم، غالباً ضریب این بارها را ۰/۵ در نظر می گیریم، اما با مطالعه کاملترخواهیم دید که ضریب کوچک‌تر هم مناسب می‌باشد، به عنوان مثال درواحدی که ۴۰ دستگاه MOV وجود دارد ضریب ۰/۳ کاملاً مناسب می‌باشد و در آخر ضریب بارهای آماده به‌کار (Standby) با توجه به نوع بار تعیین می گردد. برخی از بارها در حالت آماده به‌کار، مقداری توان مصرف می کنند و برخی دیگر نه، در حالت کلی مناسب است ضریب این نوع بار را ۰/۱ لحاظ کنیم. سوم دسته‌بندی بارها بر حسب اهمیت آنها می‌باشد. اگرچه این دسته‌بندی عملاً تاثیری

تجهیزبرقی / کنترلی	ترانسفرمر
	سویچگیر
	تابلوی کنترل بارهای موتوری
	سیستم ارتینگ
تولید یا ذخیره انرژی	ژنراتور
	AC/DC UPS, Battery
	سلول‌های فتوولتاییک
انتقال انرژی	کابل، سیم
	هادی‌های انتقال نیرو
	باس داکت
مصرف‌کننده	موتورهای القایی
	شیرهای موتوری
	سیستم تهویه
	سیستم حفاظت کاتدی
	سیستم اعلان و اطفاء حریق
	روشنایی ساختمان و محوطه
	CCTV

جدول ۱

در محاسبات بار ندارد اما باعث می‌شود که به بارهای مهم توجه بیشتری داشته باشیم. در این دسته‌بندی بارهای حیاتی، بارهای اصلی و عادی را داریم. منابع تغذیه بی‌وقفه، روشنایی اضطراری، روشنایی محل فرود هلیکوپتر و برق اتاق کنترل از جمله بارهای حیاتی می‌باشند. از بارهای اصلی می‌توان به پمپ‌های اصلی، برق سیستم ابزاردقیق برق سیستم تهویه و برق سیستم امنیتی اشاره کنیم. در جدول ۱ لیستی از تجهیزات برق و همچنین تعدادی بارالکتریکی ارائه شده است. در طراحی برق برای این تجهیزات باید مدارک فنی تهیه نمود.

جدول ۲ یک نمونه از Loadlist را نشان می‌دهد. با استفاده از اطلاعات این جدول جمع تخمین بارهای را بدست می‌آوریم. جمع توان بدست آمده از این جدول با توجه به ضرایب اعمال شده می‌باشد، در فاز طراحی پایه حداقل ۱۰ درصد به مقادیر به دست آمده برای بارهائی که احتمالاً در نظر گرفته نشده، اضافه می‌شود. در طراحی دقیق‌تر به میزان توان تلف شده در سویچگیرها و کابل‌ها نیز توجه می‌شود. امروزه با توجه به اینکه اغلب مطالعات و محاسبات مانند محاسبات اتصال کوتاه توسط نرم‌افزارهایی نظیر etab انجام می‌شود، تهیه لیست‌بارها و جمع‌آوری مشخصات کامل تجهیزات باعث می‌شود، نتایج محاسبات نرم‌افزاری دقیق‌تر باشد. باید دقت کرد در طراحی تفضیلی باید جدول بارها بررسی مجدد شده و روزآمد و کامل شود. در ادامه طراحی تفضیلی محاسبات Short Circuit و Load Flow انجام می‌شود. هم‌زمان با تولید این مدارک با اخذ تائید مقدماتی نقشه تک‌خطی و درصورت اطمینان مهندس طراح از مناسب بودن نتیجه محاسبات، تولید سایر مدارک و نقشه‌های نیز می‌تواند شروع شود. اغلب انجام محاسبه سایز کابل، تولید مدارک مقدماتی خرید تجهیزات دارای دوره تامین طولانی (Long delivery) نظیر الکتروموتورهای سایز بالا، ترانسفورمرها، سویچگیرها و ... به منظور شروع ارسال درخواست‌های خرید اهمیت زیادی دارد. اغلب لیست تجهیزات دارای دوره تامین طولانی در جلسه مشترک میان بخش مهندسی و بخش تامین کالای پروژه تعیین می‌گردد. همانگونه که اشاره کردیم اغلب مطالعات و محاسبات بخش برق توسط نرم‌افزار انجام می‌شود، اما در هر حال یک مهندس طراح باید تبحر کافی در محاسبات دستی داشته باشد تا بتواند به خوبی خروجی‌های نرم‌افزاری را بررسی و تحلیل نماید، در این صورت مهندس طراح اغلب می‌تواند برای بهینه‌کردن پروژه و کاهش هزینه‌ها، پیشنهادهای مناسبی ارائه نماید. می‌دانیم که بخش برق به صورت مستقیم در ارتباط با بخش فرایند، مکانیک و ابزاردقیق-کنترل می‌باشد. لذا یک طراح متبحر و باتجربه در بخش برق می‌تواند تاثیر زیادی در کاهش هزینه‌ها داشته باشد، گاهی نظرات مناسب و دارای پشتوانه محاسباتی و تجربی، طراح برق در تعیین محل احداث ساختمان‌ها نیز تاثیر دارد.

PFD, BFD و P&ID از مدارک اولیه مورد استناد مهندس طراح برق می‌باشند، که توسط بخش فرایند تهیه می‌گردند، او با استفاده از مدارک یاد شده و توضیحاتی که داده شده نقشه‌های تک‌خطی و در ادامه نقشه‌های شماتیک (Schematic diagram)، نقشه‌های کنترلی (Control sequence[truth-table] diagram) و سپس با کمک اطلاعات سازنده کالا نقشه‌های سیم‌بندی (Connection[Wiring] diagram) را که از نقشه‌های نصب محسوب می‌شود را تهیه می‌نماید. نقشه‌های جانمایی تجهیزات و مسیرکابل‌کشی (Circuit[Equipment] layout [routing diagram & همچنین محاسبات و نقشه‌های Earthing، Lighting و Emergency system نیز به‌موقع بایدتولیدگردند. هم‌زمان باتولیداین نقشه‌ها، طراح باید Datasheet, MTO و درنهایت MR تجهیزات را برای‌خرید تجهیزات اصلی و Bulk تهیه نماید. پس ازتکمیل مدارک مهندسی‌تفضیلی، اغلب برای هماهنگی بیشتر وظیفه مهندسی‌خرید نیز برعهده همین تیم گذاشته می‌شود. با تولید مدارک خرید، بخش خرید کالا پروژه اقدام به استعلام از سازندگان مجاز برای ساخت یا خرید کالا می‌نماید. برخی از تجهیزات نظیر تابلوهای برق یا ترانسفورمر به صورت کامل بر اساس سفارش انجام شده طراحی و ساخته خواهند شد و کمتر پیش می‌آید سازنده‌ای این تجهیزات را با مشخصات مورد نظر ما آماده داشته باشد. اما در مورد سیستم حفاظت کاتدی، کابل‌های برق یا سیستم ارتینگ ممکن است برخی از اقلام در انبار سازنده موجود باشند. اما تجربه تیم مجری پروژه به برنامه‌ریزی پروژه کمک می‌کند که کدام اقلام را باید زودتر سفارش بگذارند. بعد از دریافت اطلاعات فنی از سازندگان کالا، فرایند مهندسی خرید آغاز می‌شود:

مهندسی خرید / نظارت بر ساخت و آزمایش تجهیزات

درپروژه‌های کوچک وظیفه مهندسی‌خرید را بخش خرید کالا یا مهندسی انجام می‌دهند، بی‌آنکه گروه خاصی برای انجام این وظیفه برنامه‌ریزی شود. اما در پروژه‌های بزرگ این موضوع تفاوت دارد. در این پروژه‌ها

Item No.	Description	Shaft/Req. Power [kW]	Installed Power [kW]	Speed [rpm]	Voltage [V]	Efficiency [%]	Power Factor	Operation Duty	Load Category	Absorbed Power (at running conditions)	
										P [kW]	Q [kVAr]
P-1001A	Crude oil electrical driven pump	1254	---	3000	11000	96.0	0.89	CO	NL	1306.25	669.21
P-1001B	Crude oil electrical driven pump	1254	---	3000	11000	96.0	0.89	CO	NL	1306.25	669.21
P-1001C	Crude oil electrical driven pump	1254	---	3000	11000	96.0	0.89	CS	NL	1306.25	669.21
TR-100C	33/0.42KV Transformer	450	1000kVA	---	33000	95.0	0.80	CO	NL	473.68	355.26
TR-100D	33/0.42KV Transformer	450	1000kVA	---	33000	95.0	0.80	CS	NL	473.68	355.26

جدول ۲

غالباً بخش خاصی از بخش طراحی وظیفه بررسی مدارک سازنده کالا، تایید تجهیزات و روش ساخت را برعهده‌خواهند داشت، از طرف دیگر بخش دیگری تحت عنوان Expediting در بخش کالا وظیفه نظارت مستمر بر ساخت کالا را برعهده خواهند داشت و در زمان‌های مورد نیاز و همچنین در انتها فرایند ساخت تجهیزات نیز گروهی دیگر از کارشناسان طراحی و خریدکالا وظیفه بازرسی و آزمایش تجهیزات را برعهده خواهند داشت.

مدارک نهایی Final documents

فعالیت در بخش برق با طراحی، شروع و با راه‌اندازی تجهیزات به پایان می‌رسد. برای به ثمر رساندن با کیفیت یک پروژه و رعایت زمانبندی علاوه بر نیاز پروژه به تیم برنامه‌ریزی و کنترل‌پروژه مجرب، به کارشناسان طراحی و نصب با تجربه نیز نیاز جدی وجود دارد. اگرچه برخی از بخش‌های یک پروژه را می‌توان با مطالعه و بررسی پروژه‌های مشابه به خوبی پیش برد، اما برخی از بخش‌ها و فعالیت‌ها نیازمند تجربه و ملاحظه فعالیت‌های انجام شده در پروژه مشابه می‌باشد. هرچند ممکن است بدون تجربه نیز بشود این فعالیت‌ها را به سرانجام رساند اما قطعاً باید هزینه زیادتری بابت افزایش زمان انجام پروژه و احیاناً دوباره کاری‌ها بپردازیم.

یکی از بخش‌هایی که به تجربه ارتباط پیدا می‌نماید مدارک موردنیاز بخش‌های نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری و تعمیرات می‌باشد. به نظر می‌رسد از ابتدای پروژه تیم اجرایی به دنبال دریافت و تکمیل مدارک موردنیاز خود برای نصب و راه‌اندازی باشد، اما غالباً در تیم پروژه کسی به دنبال مدارک بهره‌بردار و گروه تعمیرات نیست. اغلب در طول اجرای پروژه فراموش می‌شود که هدف نهایی همه فعالیت‌ها تحویل پروژه تکمیل شده به بهره‌بردار و درنهایت کمک به او در بهره‌برداری بهتر و تعمیرات مورد نیاز می‌باشد. افراد باتجربه در بخش مهندسی، خریدکالا و همچنین برنامه‌ریزی در طول پروژه به تهیه و تنظیم مدارک اشاره شده، دقت کافی دارند. این افراد غالباً در پیگیری‌های به یادداشت‌های خود استناد می‌کنند.

سال‌هاست که شرکت‌های بزرگ برای این مشکل چاره‌اندیشی کرده‌اند. این شرکت‌ها در قالب سامان دادن به فعالیت‌های اداری و فنی خود، لیست‌های کنترلی مناسب فعالیت‌های خود را تنظیم کرده‌اند و درتنظیم این لیست‌ها از کارشناسان باتجربه و تیم‌های برنامه‌ریزی مجرب بهره گرفته‌اند. همچنین در این شرکت‌ها هرساله بخشی از این مدارک به همراه مستندات فنی به عنوان نشر تجربه (Practice) منتشر می‌شود. افراد مختلف با دریافت این اطلاعات در صورت وجود نظرات کارشناسی، غالباً این نظرات را به شرکت ناشر منتقل می‌نمایند، به همین دلیل است است که در حال حاضر مدارک تجربی شرکت‌هایی نظیر Shell, Exxcon. Siemens, ... به عنوان مدارک مهم و قابل استناد مورد استفاده سایر شرکت‌های مهندسی، سازنده کالا یا پیمانکاران اجرایی قرار می‌گیرند. متأسفانه در برخی دیگر از شرکت‌ها این فعالیت به اجبار و معمولاً برای اخذ گواهینامه‌های ISO انجام می‌شود. در این نوع از شرکت‌ها معمولاً متناسب با پروژه اخذشده نیروهای جدید استخدام شده و در پایان پروژه ترخیص می‌شوند. به نظر نمی‌رسد در این نوع شرکت‌ها ثبت تجارب یا تدوین لیست‌های کنترلی جایگاهی داشته باشد.

در این سلسله مطالب سعی ما بر این است که تا حدممکن علاوه بر شرح طراحی و مهندسی پروژه‌های نفت و گاز به ارائه نمونه‌های از لیست مدارک کنترلی (Checklist) بپردازیم. یکی از لیست‌های کنترلی قابل اعتناء، Final Documents یا Finalbook پروژه می‌باشد. در این بخش و در انتهای معرفی مهندسی برق، تمرکز بیشتری بر معرفی و ارائه لیستی از مدارک مورد نیاز برای تشکیل Finalbook برای یکی از اقلام برقی خواهیم داشت. به صورت کلی مدارک نهایی در هر بخش شامل مدارک ذیل می‌باشد.

1: Engineering Doc:: 1-Document and Drawing, 2-Operating Manual
2: Mechanical catalogue[Including vendor QA/QC recored book]::
Engineering, Operating/Maintenance, QA/QC Recored book
3: QA/QC recored book[Site]
4: Precommissioning / Commissioning dossier
5: Close-out report

۱» مدارک مهندسی

اولین بخش از مدارک نهائی یک پروژه، مدارک مهندسی می‌باشند. بیشتر مدارک پروژه در بخش طراحی تولید می‌شوند و ما این مدارک را تحت عنوان Document Registery یا MDR[Main Document Registery] می‌شناسیم اما بسیاری از مدارک این لیست در انتهای پروژه و برای بهره‌بردار کاربرد ندارند. مدارک نهایی آن بخش از مدارک مهندسی را شامل می‌شود که در دفترچه راه‌اندازی (Operating Manual) به آنها استناد شده و در راه‌اندازی پروژه کاربرد دارند.این مدارک در دو بخش تنظیم زیر می‌گردند.

الف- مدارک و نقشه‌ها (Documents & Manual)

Documents
1: Project specification
2: Datasheets
3: Calculation notes
4: Load shedding/restarting schedual
5: Bill of materials

Drawings
1: Symbol & Legend
2: One line diagram
3: Protection/Control/EIS digaram
4: Equipmentarrangment guide
5: Power distribution layout
6: POwer & Control layout
7: Cable ladder layout
8: Lighting layout
9 : Small power layout
10: Heat tracing layout
11: Earting layout
12: Earthing & Lightning layout(Building)
13: Typical installation detail
14: Cable schedual
15: Panel board schedual
16: Lighting fiture & cable ladder/trays Schedual
17: Interconnection diagram

ب- دفترچه راه‌اندازی (Opearating Manual)

۲» مدارک سازنده Mechanical Catalogue

به کلیه مدارک و نقشه‌هائی که توسط سازنده تجهیزات منتشر می‌شود Mechanical Catalogue گفته می‌شود. این عنوان همچنین شامل مدارک QA/QC نیز می‌شود. در بخش برق این مدارک در مرحله اول شامل مدارک زیر می‌شود. البته هرکدام از مدارک زیر خود از چندین مدرک تشکیل می‌شود که در ادامه به آن اشاره خواهیم کرد.

1 : HV switchgear
2: PDCS system
3: Emergncy Diesel generator
4: Power Tr. & NER

5: 400v switchgear & MCC W/Busduct & MDB
6: DC & AC UPS system
7: Distibution panel board
8: Dry type transformer
9: Power & Control cable
10: Local control station
11: Cable ladder / Tray(Outdoor)
12: Cable Ladder / Tray(Indoor)
13: Cable gland
14: Termination kit
15: Electic heat tracing system
16: Cathodic protecion system
17: Lighting fixture(Indoor)
18: Lighting fixture(Outdoor)
19: Earthing & Lightning protection system
20: Plug & Receptacle
21: Conduit & Fittings

۳»مدارک بازرسی درسایت

به کلیه مدارکی که زیر نظر بخش QA/QC در سایت توسط تیم‌های اجرایی تهیه می‌شوند مدارک بازرسی درسایت اطلاق می‌شود:

Section 1: General
- 1.1: QA system
- 1.1.1: QA manual incorporating project quality plan
- 1.1.2: Quality Procedure

Quality procedure for preparation and control of QP and WPP

.
.
.

- 1.1.3: Work Procedure

Work Procedure for welding Qualification

.
.

- 1.1.4: ITP[Inspection and Test Plan]

1: ITP[Inspection and Test Plan] for Earthing and Lightning installation
2: ITP[Inspection and Test Plan] for Cathodic Protection installation
3: ITP[Inspection and Test Plan] for Cable tray and Conduit installation
4: ITP[Inspection and Test Plan] for Cable installation
5: ITP[Inspection and Test Plan] for Electrical Equipments installation
6: ITP[Inspection and Test Plan] for Lighting and Smal power insallation
7: ITP[Inspection and Test Plan] for Heat Tracing installation

.

- 1.1.5: Check list for vendor/Subcontractor quality survay
- Section 1.2: Welding
- Section 1.3: NDT & PWHT
- Section 1.4: Material Receive Inspection Reports
  - 1.4.1: Piping
  - 1.4.2: Mechanical
  - 1.4.3: Electric
  - Instrument
  - Civil
  - Building
  - HVAC
- Section 1.5: NCR
  - Civil
  - Building
  - Material Receiving
  - Mechanical(Including Steel stracture)
  - Electric
  - Instrument
- Section 1.6: Field site query

Section 2: Steel Stracturs(By Area)
Section 3: Mechanical Equipment
Section 4: Tank
Section 5: Piping
Section 5: Civil
Section 5: Building
Section 5: Instrument
Section 5: HVAC
Section 5: Electrical
Section 5: Telecommunication
Section 5: Origenal Punch list

۴»مدارک پیش‌راه‌اندازی / راه‌اندازی

1-Subsystem description
2-Subsystem Marck-Up Drawings
3-Ready for Commissioning Certificate
4-Punch list
5-Modification list
6-Status index
7-Checklists
8-Test sheets
9-Vendor's reports(If necessary)

۵»گزارش نهایی Close-out Report