# Reliability Centered Design (RCD)

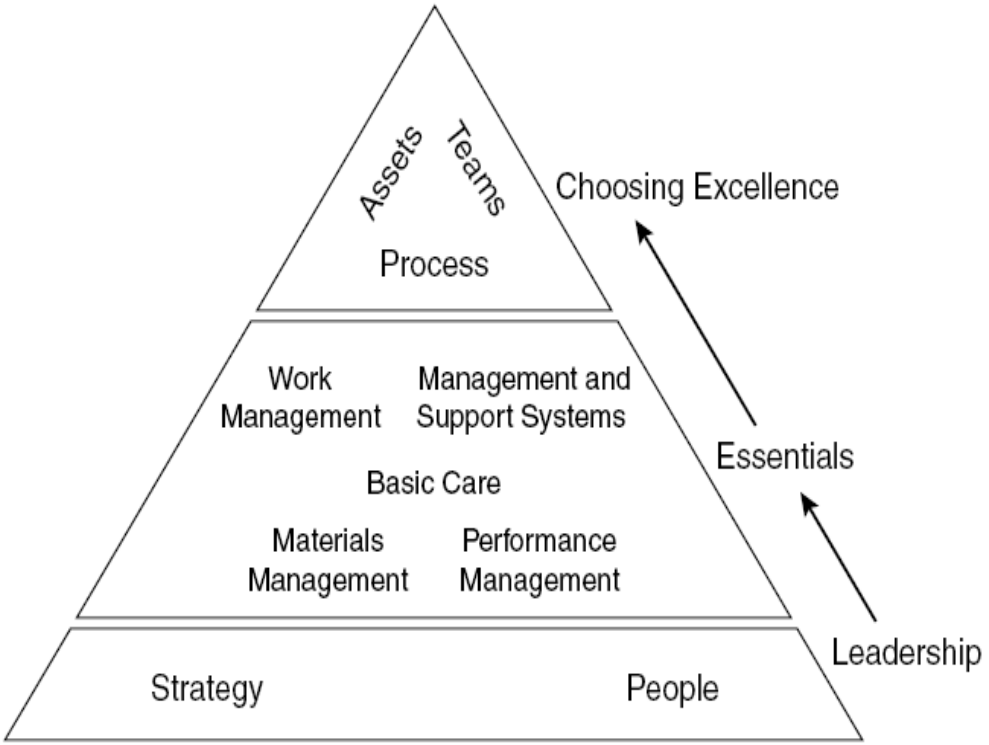
Sajjad Taghvatalab

Physical Asset Management Consultant

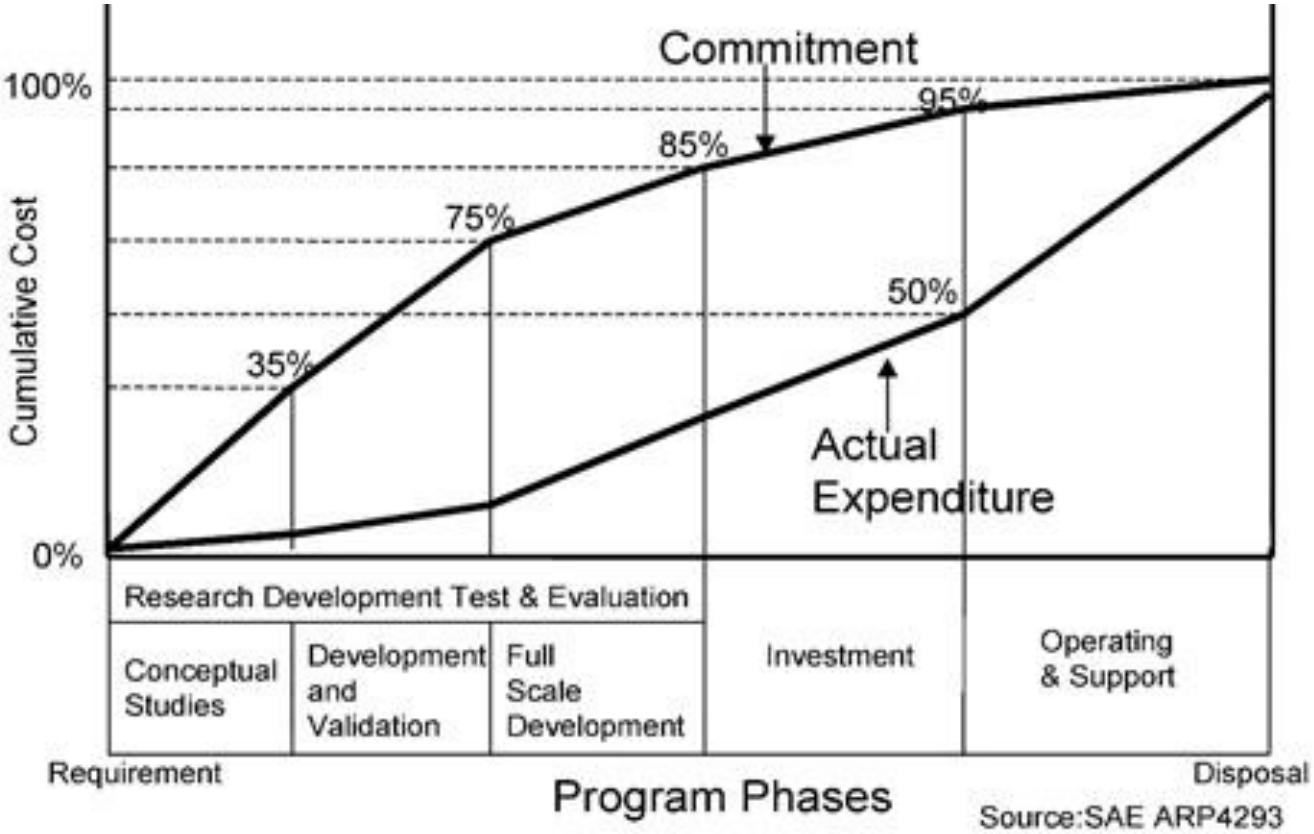
taghvatalabsajjad@yahoo.com

# What is asset management ?

Asset management is defined as "systematic and coordinated activities and practices through which an organization optimally and sustainably manages its assets and asset systems, their associated performance, risks and expenditures **over their lifecycles** for the purpose of achieving its organizational strategic plan."



# Why the RCD is important?



# Introduction to RCD

## Why do individuals or organizations acquire physical assets (or processes or systems)?

The only reason why any person or organization acquires any asset, product or service is because they expect it to do something.

**In other words, they acquire it for what it *does*, not for what it *is*.**

# Introduction to RCD

Reliable designs *reduce risk*!

***Physical*** and ***Economic*** risks…

The objective of this presentation is to learn what must be done to develop ***reliable*** physical assets.

What factors govern the reliability of an asset …

- **How is it designed?**
- How is it built and manufactured?
- How is it operated?
- How is it maintained?

This presentation focuses on the first of these, but design also influences the other three areas.

# Benefits of RCD

- Stakeholder involvement throughout the design, build and operate phases
- Robust design, reliability-based modeling and simulation
- Operational Readiness (OR) guaranteed – efficient handover between phases
- Less change orders during all phase
- Complete asset strategy and documentation to support
- Transparency, elimination of personal preferences
- Designs to fulfil functional requirements
- Maintenance including critical spare parts and operating parameters defined at the start
- Well defined protective systems and maintenance of the same

# How Design Affects Reliability?

## Directly

- The user does not specify clearly what is wanted - and so doesn't get it
- The designer misinterprets what is wanted - and so doesn't deliver it
- The design is too complex or too novel or it is not robust enough, so it fails too soon or too often
- Consequences and associated risks are not well defined

## RCD

- The user must specify functional requirements correctly
- The designer must interpret functional requirements correctly
- The design must not be too complex or too novel and it must be robust
- The digital twin must be close to reality, modeling and simulating reality

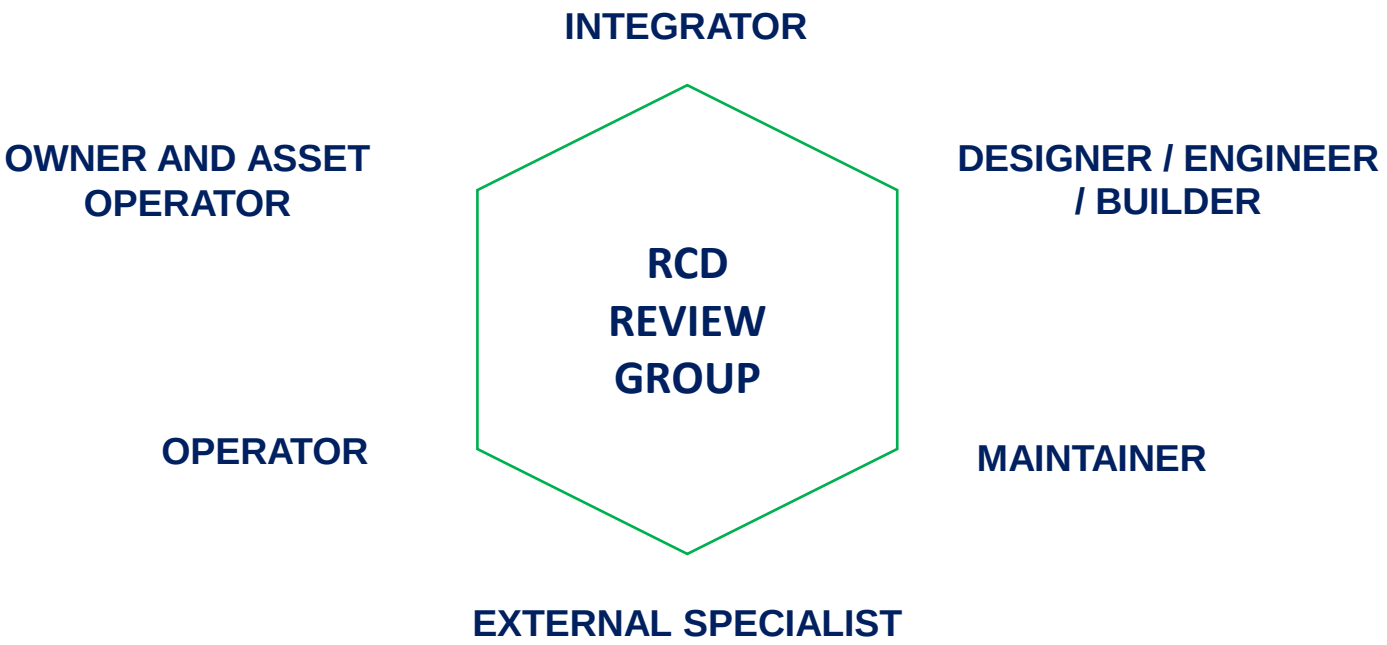
# How Design Affects Reliability?

**Indirectly**

- Buildability
  - does the design enable it to be ***made/build*** incorrectly?
  - does the design enable it to be ***assembled*** incorrectly?
- Operability (user friendliness)
  - can operators learn how to ***use it*** quickly?
  - can operators make ***mistakes*** easily?
- Maintainability
  - is it easy to ***anticipate, detect and prevent*** failures?
  - is it possible to ***diagnose and rectify*** failures quickly?
- Consequence and risk mitigation
  - is the design ***resilient and failure tolerant***?

# Who does the RCD?

RCD review group should be arranged in the first place.



**1. Develop / review organization's business objectives**
*Health and Safety ,Security, Environmental integrity, Service Levels, Financial, Quality, etc.*

**2. Define functional requirements** *(to meet business objectives)*

**3. Operating Context** *(operating philosophy)*

**4. Produce baseline design** *(based on functional requirements and operating philosophy – by others)*

ENGINEERING DESIGN BASED ON FUNCTIONAL REQUIREMENTS, OPERATING PHILOSOPHY AND BUSINESS OBJECTIVES

**5. Identify Critical Equipment** *(based on consequences of failure)*

**6. Perform reliability analysis on critical equipment** *(using FMEA)*

**7. Build Model and simulate** *(using real life scenario and reliability analysis)*

**8. Evaluate and optimize** *(with focus on business objectives)*

**Meeting business objectives?**

NO

YES

CRITICALITY, RELIABILITY ENGINEERING, MODELING, SIMULATION AND OPTIMIZATION

Design alternatives *(same functional requirements)*

**9. Consider alternatives** *(based on optimization and business objective review recommendations)*

**10. Adjust model and simulate** *(using alternative scenarios analysis)*

**11. Recommendations and implementation** *(lowest risk cost alternative)*

**12. Verifications and validations** *(meeting business objectives)*

# RCD in MEEDC

Mojtaba vazin

Master supervisor in MEEDC

em.vazin@gmail.com

# پروژه بهبود مدیریت دارایی فیزیکی در طراحی و مهندسی

شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد

Mashhad Electric Energy Distribution Co.

شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد
Mashhad Electric Energy Distribution Co.

**۱۴** دقیقه متوسط زمان انرژی توزیع نشده هر مشترک در سال (SAIDI)

- مراجعه حضوری برای دریافت خدمات

**۵** درصد تلفات انرژی در بخش توزیع برق

# نقشه استراتژی
# شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد

**چشم انداز ۱۴۰۵**

**موضوع های استراتژیک**

- کاهش انرژی توزیع نشده
- کاهش تلفات
- حذف مراجعه حضوری
- بهبود بهره وری اقتصادی

**راهکارهای استراتژیک**

- افزایش پایداری شبکه
- افزایش سرعت اتفاقات و عملیات
- حذف انرژی توزیع نشده با برنامه
- کاهش تلفات غیر فنی
- کاهش تلفات فنی
- توسعه ارائه خدمات غیر حضوری
- بهره وری اقتصادی در حوزه هزینه های جاری
- بهبود بهره وری اقتصادی از طریق افزایش ضریب بار
- بهره وری اقتصادی در حوزه فعالیت های سرمایه ای

**اقدام های استراتژیک**

- بهبود نظام نگهداری و تعمیرات
- اصلاح و بهینه سازی شبکه و تاسیسات
- بهبود ساختار اتفاقات و عملیات
- گسترش خدمات برق روستایی
- توسعه فعالیتهای خط گرم
- افزایش نقاط مانوری
- به کارگیری روش های تغذیه موقت
- کنترل و بهینه سازی لوازم اندازه گیری
- کنترل مصارف غیر مجاز
- افزایش دقت اندازه گیری تلفات
- بهبود کیفیت توان
- طراحی با رویکرد کاهش تلفات
- توسعه تولید پراکنده
- بهبود فرآیندهای مرتبط با مراجعه حضوری
- ارائه خدمات به صورت الکترونیکی
- ترویج فرهنگ استفاده از خدمات غیر حضوری
- مدیریت اقتصادی امورهای اجرایی
- محاسبه قیمت تمام شده فعالیتها
- مدیریت تامین و موجودی کالا
- خرید اقتصادی انرژی
- مدیریت مصرف بهینه انرژی
- بهینه سازی روشنایی معابر
- اقدامات فنی پیک سایی
- توسعه برنامه ریزی فنی
- توانمند سازی دستگاه نظارت
- ارتقاء نظام مدیریت پروژه

طراحی با افزایش قابلیت اطمینان

**زیرساخت های سازمانی**

**زیرساخت تامین منابع مالی**
- تنوع بخشی به منابع مالی
- بهبود وصول درآمدهای فروش انشعاب و انرژی
- بهبود وصول سایر منابع درآمدی

**زیرساخت فن آوری و هوشمند سازی شبکه**
- توسعه اتوماسیون شبکه
- نصب کنتورهای هوشمند AMI
- مدیریت نوآوری و خلاقیت

**زیرساخت منابع انسانی**
- استقرار نظامهای مدیریتی
- توانمند سازی منابع انسانی
- ارتقاء ایمنی و بهداشت شغلی

**زیرساخت اطلاعاتی**
- توسعه و بکارگیری سامانه اطلاعات مکانی (GIS)
- ارتقاء مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات
- توسعه زیرساختهای سخت افزار، نرم افزار و شبکه مورد نیاز

کد مدرک: 30MP01_2
تاریخ به روز آوری: ۱۳۹۱/۰۶/۰۷

شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد (سهامی خاص)
Mashad Electric Energy Distribution Co.

بسمه تعالی

کد مدرک : 15PO01

## خط مشی فرآیند مهندسی توزیع (مدیریت پروژه)

فرآیندهای مهندسی توزیع شامل انجام و نظارت بر کلیه فعالیتهای مهندسی شبکه ها از مبادی ورودی انرژی (پست های فوق توزیع، منابع تولید پراکنده و انرژی های نو) تا محل مصرف (لوازم اندازه گیری و روشنایی معابر) به منظور تامین انرژی پایدار و باکیفیت می باشد.

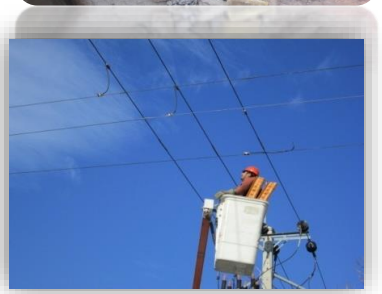
چشم انداز / هدف فعالیتهای مهندسی توزیع دستیابی به خاموشی متوسط ۱۴ دقیقه در سال به ازاء هر مشترک (SAIDI) و تلفات انرژی ۵% در شبکه های توزیع می باشد. همچنین ارائه خدمات به مشتریان را با رویکرد حذف مراجعه حضوری تدوین مینمایم.

برای دستیابی به چشم انداز فوق راهکارهای اصلی زیر انتخاب شده است:

- ✓ **برنامه‌ریزی و طراحی شبکه‌های توزیع با رویکرد هوشمندسازی شبکه‌ها**
- ✓ **طراحی پروژه با رویکرد کاهش تلفات توان و انرژی با انجام محاسبات اقتصادی و فنی**
- ✓ **افزایش پایداری شبکه با رویکرد قابلیت اطمینان محور از طریق:**
  - **استفاده از تجهیزات مناسب و باکیفیت**
  - **نظارت موثر در اجرای پروژه‌های توزیع**
  - **استفاده از خدمات فنی و مهندسی تامین‌کنندگان توانمند**
- ✓ **بازنگری استانداردها وتدوین دستورالعمل‌های فنی بخش توزیع**
- ✓ **بازنگری و پایش فرایندهای مرتبط با ارائه خدمات به مشتریان با رویکرد حذف مراجعه حضوری**

صاحب فرآیند | نماینده مدیریت | مدیرعامل

انتشارات سمیعی - تذهیب شماره H 163 - تلفن: ۰۵۱۱۸۵۹۴۳۴۴ - ۰۹۱۵۱۵۷۲۹۱۳ حق چاپ محفوظ (اثر هوشنگ نعمتی)



## اقدامات انجام شده در حوزه طراحی قابلیت اطمینان محور از سال ۹۲ تا ۹۶

- ✓ ایجاد نظام مدیریت طرح جامع
- ✓ استفاده از اطلاعات شبکه به منظور پیش‌بینی میزان تقاضای بالقوه و پروژه‌های آتی در بستر GIS
- ✓ بهبود کیفیت و بهینه‌سازی خدمات و کالای دریافتی از تامین‌کنندگان
- ✓ برگزاری دوره‌های آموزشی
- ✓ انتقال دانش بهره‌برداری از تجهیزات جدید به پرسنل بهره‌برداری همزمان با ورود تکنولوژی و تجهیزات جدید
- ✓ انجام عملیات با عیب صفر در حوزه مهندسی

www.ipamc.org

شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد
Mashhad Electric Energy Distribution Co.

۱۴ دقیقه متوسط زمان انرژی توزیع نشده هر مشترک در سال SAIDI

- مراجعه حضوری برای دریافت خدمات

۵ درصد تلفات انرژی در بخش توزیع برق

+ ارتقاء بهره وری اقتصادی از طریق شناسایی و حذف اتلاف های موجود و خلق منابع جدید

چشم‌انداز + ۱۴۰۵

# نقشه استراتژی
# شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد
# سال ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰

**موضوع‌های استراتژیک**

- بهبود بهره‌وری اقتصادی
- کاهش تلفات
- حذف مراجعه حضوری
- کاهش انرژی توزیع نشده

**راهکارهای استراتژیک**

- استقرار حسابداری مدیریت استراتژیک (با رویکرد مدیریت مالی)
- کاهش تلفات انرژی
- ارتقاء مدیریت ارتباط با مشتری و سایر ذینفعان (با رویکرد e-CRM)
- ارتقاء قابلیت اطمینان شبکه وتاسیسات
- ارتقاء نظام مدیریت منابع و مصارف (با رویکرد کاهش هزینه ها)
- پایش و اصلاح الگوی مصرف انرژی
- ایجاد و توسعه درگاه هوشمند ارائه خدمات (با رویکرد یکپارچگی درون و برون سازمانی)
- ارتقاء دسترسی پذیری شبکه وتاسیسات

**زیرساخت‌ها**

- توسعه هوشمند سازی
- شناسایی و تامین تکنولوژی های نوین
- تامین نیازمندی های اطلاعاتی و ارتباطی استراتژیک
- مدیریت منابع انسانی شایستگی محور (Competency-Oriented HRM)
- توسعه مدیریت و قابلیتهای کسب و کار

| صاحب فرآیند مدیریت استراتژیک | نماینده مدیریت سیستم های مدیریتی حامی فرآیند مدیریت استراتژیک | مدیرعامل |
|---|---|---|
| محمد مسعود ثناگر | محسن ذبیحی | علی سعیدی |

کد مدرک: 110-2MP001-02
تاریخ به روز آوری: 97/01

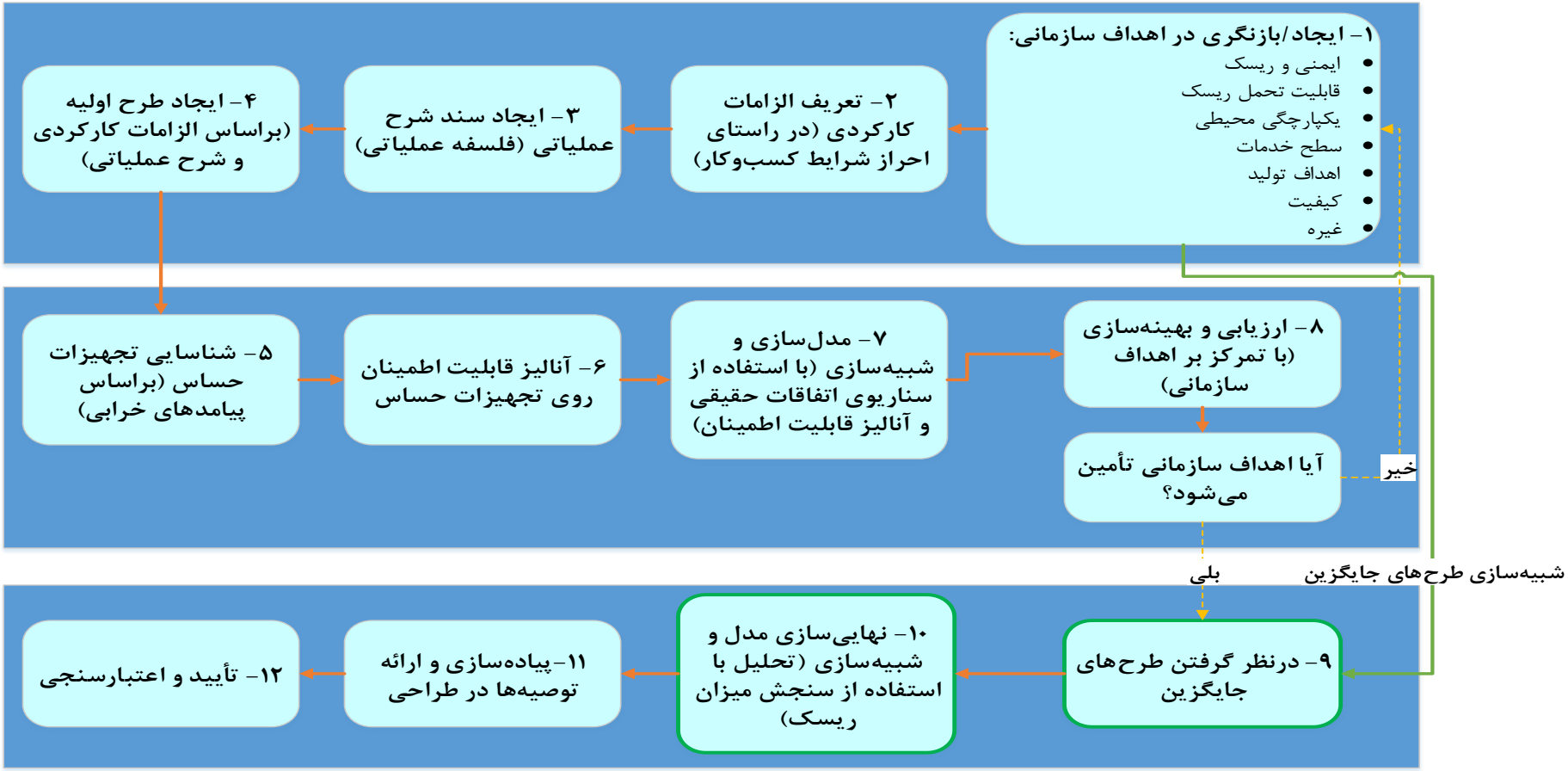
# روش اجرایی فرآیند طراحی جهت تامین برق مجموعه‌های بزرگ

پروژه → فرایند فروش و انشعاب مهندسی → درخواست تقاضای تأمین برق مجموعه

# پیشنهاد جهت بهبود در طراحی

# اهداف پروژه RCD

- ✓ کاهش خطاها در طراحی
- ✓ استفاده از تجربیات متخصصان به‌ویژه بهره‌برداران در مرحله طراحی
- ✓ طراحی براساس الزامات کارکردی شرکت
- ✓ ارزیابی ریسک‌های پروژه و انتخاب شیوه صحیح اقدام در برابر آن‌ها در مرحله طراحی
- ✓ در نظر گرفتن الزامات RAMS از مرحله طراحی
- ✓ تدوین رویه استاندارد بهره‌برداری ویژه پروژه
- ✓ تدوین برنامه نگهداشت برای تجهیزات حساس پروژه


۱- ایجاد/بازنگری در اهداف سازمانی:
ایمنی و ریسک
قابلیت تحمل ریسک
یکپارچگی محیطی
سطح خدمات
اهداف تولید
کیفیت
غیره
۲- تعریف الزامات کارکردی (در راستای احراز شرایط کسب‌وکار)
۳- ایجاد سند شرح عملیاتی (فلسفه عملیاتی)
۴- ایجاد طرح اولیه (براساس الزامات کارکردی و شرح عملیاتی)
۵- شناسایی تجهیزات حساس (براساس پیامدهای خرابی)
۶- آنالیز قابلیت اطمینان روی تجهیزات حساس
۷- مدل‌سازی و شبیه‌سازی (با استفاده از سناریوی اتفاقات حقیقی و آنالیز قابلیت اطمینان)
۸- ارزیابی و بهینه‌سازی (با تمرکز بر اهداف سازمانی)
آیا اهداف سازمانی تأمین می‌شود؟
خیر
بلی
شبیه‌سازی طرح‌های جایگزین
۹- درنظر گرفتن طرح‌های جایگزین
۱۰- نهایی‌سازی مدل و شبیه‌سازی (تحلیل با استفاده از سنجش میزان ریسک)
۱۱-پیاده‌سازی و ارائه توصیه‌ها در طراحی
۱۲- تأیید و اعتبارسنجی

# فرایند اجرای RCD

| ۳۰٪ طراحی | ۶۵-۹۰٪ طراحی | طراحی کامل و پیش از اجرا |
|---|---|---|
| تعیین تیم | به‌روزرسانی سند شرح عملیاتی | طرح نهایی پروژه |
| تدوین سند الزامات کسب‌وکار و عملکردی | به‌روزرسانی طراحی و مدل | نهایی‌سازی سند شرح عملیاتی |
| تدوین سند شرح عملیاتی توسط بهره‌بردار و طراح | مشخص شدن تجهیزات اصلی و FMEA آن‌ها | مدلسازی نهایی |
| تدوین پیش‌نویس طرح توسط بهره‌بردار و طراح | تعیین سیاست قطعات یدکی و تأمین اعتبار تجهیزات حساس | گزارش کامل FMEA |
| بررسی پیش‌نویس طرح در کمیته RCD | به‌روزرسانی SOP | مرور خرابی‌های اصلی و برنامه مواجهه |
| انجام FMEA سطح کلان | مدیریت تغییرات | نهایی‌سازی SOP |
| اصلاح طرح اولیه | برنامه‌ریزی جلسات بعد | گزارش موارد حساس پروژه |
| تدوین SOP اولیه | تدوین گزارش | تهیه برنامه نگهداشت جهت ورود به CMMS |
| برنامه‌ریزی جلسات بعد | | تأیید طراحی برای اجرا |
| گزارش کار و تأیید کمیته | | |
| ارائه به کمیسیون مصرف سنگین و گرفتن تأیید | | |

# بخشی از ریسک‌های پروژه

| عامل ریسک | رتبه ریسک | واحدها/افراد درگیر با ریسک | راه‌کار کاهش یا از بین بردن ریسک |
|---|---|---|---|
| تکنولوژی | متوسط | پیمانکار، پرسنل بهره‌برداری امور مربوطه، امور نت، دفتر مهندسی ستاد | -استفاده از متخصصان آموزش دیده در گروه پیمانکاران و بهره‌برداران و اطمینان از آن<br>-استفاده از پرسنل گواهینامه‌دار در اجرای پروژه<br>-استفاده از تجهیزاتی که دارای تایپ تست معتبر باشد.<br>-اخذ تضمین‌های مناسب از تأمین‌کننده تکنولوژی‌های جدید |
| تأثیر متقابل | متوسط | بهره‌بردار، متقاضی(مشترک)، پیمانکاران، سازمان‌های خدمات شهری | -تهیه سناریو (نحوه اجرا) با حضور بهره‌بردار، دستگاه نظارت و اجرا<br>-حضور و نظر کارشناسی نماینده بهره‌برداری در مراحل برداشت طرح، پیکتاژ و تحویل و تحول نهایی<br>-حضور نماینده فنی متقاضی در زمان تهیه طرح و پیکتاژ<br>-حتی الامکان پیش‌بینی نیازهای آینده (برق) محدوده محل تقاضا<br>-استفاده از شبکه رینگی جهت جلوگیری از خاموشی تأسیسات موجود<br>-پیش‌بینی استفاده از فناوری خط گرم<br>-تأمین محل نصب لوازم اندازه‌گیری و محل پست با در نظر گرفتن سهولت دسترسی برای نگهداشت<br>-اطلاع‌رسانی در مورد انجام فعالیت‌های خاص در پروژه به ذی‌نفعان مرتبط |

# جدول FMEA

| کارکرد | حالت خرابی | علت خرابی | RPN | اقدام اصلاحی | RPN1 | اقدام اصلاحی ۲ | RPN2 | اقدام اصلاحی ۳ | RPN3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تأمین برق با کیفیت مجتمع مهتاب | قطع برق در شبکه زمینی طرح | معیوب شدن کابل‌های ۲۰ کیلوولت زمینی | ۲۸۰ | استفاده از ورودی دوم و امکان ایجاد مانور با الزام کنترل از راه دور، استفاده از یک رشته کابل رزرو | ۴۸ | | ۰ | | ۰ |
| تأمین برق با کیفیت مجتمع مهتاب | خرابی RMU | معیوب شدن کلیدها | ۱۸۰ | تأمین برق از مسیر دوم | ۷۲ | اجرای RCM روی RMU | ۲۰ | | ۰ |
| تأمین برق با کیفیت مجتمع مهتاب | خرابی PAD MOUNTED KVA ۴۰۰ | خرابی ترانسفورماتور | ۹۰ | اجرای RCM روی PAD MOUNTED | ۶۰ | کوپل کردن تابلوهای فشار ضعیف دو ترانسفورماتور | ۲۴ | - پیش‌بینی ظرفیت رزرو دائم به شرط بررسی LCC<br>- پیش‌بینی ظرفیت سیار | ۱۸ |
| تأمین برق با کیفیت مجتمع مهتاب | خرابی یکی از تابلوهای فشار ضعیف | خرابی تجهیزات داخلی تابلو توزیع | ۱۲۰ | استفاده از ابزارهای نگهداشت پیشگویانه مدرن (نظیر آلتراسونیک) | ۶۰ | استفاده از تجهیزات با کیفیت بیشتر | ۴۸ | | ۰ |
| تأمین برق با کیفیت مجتمع مهتاب | خرابی شبکه زمینی | خرابی کابل‌های رابط | ۸۰ | پیش‌بینی کابل جایگزین(بای‌پس) در بخش اتفاقات | ۴۸ | پیش‌بینی و استفاده از کابل رزرو به شرط انجام LCC | ۳۲ | استفاده از پیمانکار توانمندتر و نظارت مقیم | ۱۶ |
| تأمین برق با کیفیت مجتمع مهتاب | خرابی شبکه هوایی | خرابی اتصالات | ۱۸ | | ۰ | | ۰ | | ۰ |

# اسناد و اصلاحات مورد نیاز شرکت

- دستورالعمل انتخاب پروژه‌های RCD
- سند مدیریت ریسک سازمان
- راهنمای رتبه‌بندی پیمانکاران
- راهنمای رتبه‌بندی کالاها
- اصلاح فرایندهای سازمانی در راستای پیاده‌سازی RCD
- اصلاح فرایند طراحی با هدف روشن شدن دقیق گام‌ها و وظایف افراد
- دستورالعمل مدیریت تغییرات
- دستورالعمل کدگذاری تجهیزات

# با تشکر از توجه شما