

برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات

مدرس: روح الله امانی

فصل اول

مدیریت فنی

(حفاظت فنی، تروتکنولوژی)

تعریف سیستم

□ سیستم، مجموعه ای از عناصر که برای انجام ماموریت و یا رسیدن به هدف خاصی با کمیت و کیفیت معلوم، طراحی و ساخته شده و با ترتیب معینی با یکدیگر ترکیب شده اند. مانند:

- یک شرکت هواپیمایی
- یک کارخانه
- یک ماشین
- یک ساعت و.....

□ عناصر تشکیل دهنده سیستم:

(1) هسته اصلی (عناصر اجرا کننده ماموریت)

(2) عوامل و امکانات پشتیبانی (قطعات یدکی، اسناد و مدارک، نقشه ها، پرسنل و....)

▪ این دو عامل بدون یکدیگر نمی توانند فعالیت نمایند و در هر طراحی سیستمی باید در نظر داشت.

تروتکنولوژی (Terotechnology) یا مدیریت فنی

• تروتکنولوژی مجموعه فعالیتها در جهت پاسخگویی به دواصل مهم:

(1) عمر اقتصادی تجهیزات و هزینه پایین نگهداری و تعمیرات

(2) خرابی کمتر تجهیزات در دوره بهره برداری و سرعت فرسودگی اقتصادی

ردیف دوم به عنوان نت مطرح است

فعالیتهای تروتکنولوژی در مراحل طراحی، ساخت، نصب و راه اندازی و بهره برداری در سیستمهای صنعتی مورد ملاحظه می باشد.

تروتکنولوژی (Terotechnology) یا مدیریت فنی

- تروتکنولوژی عبارت است ترکیبی از فعالیتهای مدیریتی، مالی، مهندسی و سایر اموری که در راستای هزینه های تامین یک سیکل عمر اقتصادی (بهینه) بر روی داراییها ی فیزیکی اعمال می شوند. تروتکنولوژی مشخصات فنی و طراحی کارخانه، ماشین الات، ساختمانها و سایر ساختارهای فیزیکی را از نظر قابلیت اطمینان (Reliability) و قابلیت تعمیر (Maintainability) مورد ملاحظه قرار داده، و در دوران نصب، راهاندازی و بهره برداری از آنها، مسایل نگهداری و تعمیر و بهسازی را زیر نظر داشته و تا لحظه جایگزین ادامه می یابد
- امور اطلاعاتی بازتابی (Feed-back) نیز در مورد مسایل طرح، کارایی و هزینه های سیستم، در ذ چارچوب تروتکنولوژی مورد نظر قرار می گیرد و

اهداف مدیریت فنی

- مجموعه عملیات جهت نگهداری دستگاهها در شرایط قابل قبول و یا تغییر آنها به شرایط قابل قبول
- فعالیت در زمینه حصول اقتصادی ترین راه صرف هزینه جهت بهره برداری و بهسازی تجهیزات

اهداف:

- (1) بالا بردن عمر مفید داراییهای فیزیکی
- (2) اطمینان از حصول اقتصادی ترین شرایط بهره برداری از داراییهای فیزیکی
- (3) اطمینان از آماده بودن کلیه تجهیزات اضطراری نظیر سیستم های آتش نشانی، برق اضطراری
- (4) فراهم آوردن شرایطی که ایمنی کارکنان را ضمن استفاده و بهره برداری از تجهیزات

جایگاه امور مدیریت فنی در صنایع

- با پیشرفت صنایع و دستگاهها اهمیت امور مدیریت فنی بیشتر شده است. دلایل:
 - (1) کاهش نیاز به مهارتهای امور تولید با اتوماسیون دستگاهها
 - (2) بالا رفتن حجم سرمایه گذاری و سرعت تولید و تاثیر آن بر کاهش توقفات تولید
 - (3) بالا رفتن قیمت قطعات یدکی و ماشین الات و نیاز به مدیریت فنی دستگاهها
- در سال 1960 بازای هر 22 نفر کارگر تولیدی یک نفر در نت بود ولیکن در 1970 بازای هر 9 نفر در خط مونتاژ 5 نفر نت می باشد این نسبت می تواند 15-30% باشد



دلایل پیچیدگی امور نت در سیستم های پیوسته

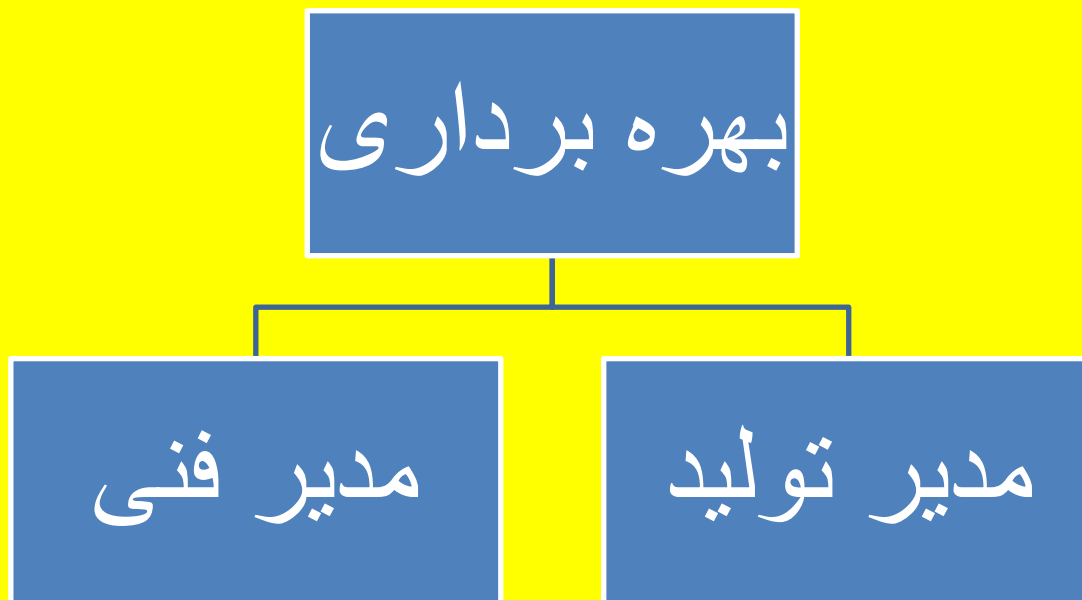
- I. پیوستگی خط تولید و در نتیجه رکود در مراحل دیگر تولید
- II. کار یکنواخت شبانه روزی و نیاز به حضور نیروهای فنی
- III. وجود افراد کم تولیدیو اطلاعاتی به سیستم نت
- IV. وسعت سطح کارگاهها و فواصل و کاهش امکان انتقال پیامهای حضوری و دریافت کمک اضطراری
- V. عدمتشابه دستگاهها .بالا رفتن اطلاعات مرتبط
- VI. عدم مشابهت ماشین الات در سطح منطقه
- VII. عدم وجود سیستمهای یدکی در کنار ماشین الات و حجم بالای سرمایه گذاری
- VIII. نیاز به کنترل دقیق عوامل فیزیکی و شیمیایی در خط تولید(ابزار الات اندازه گیری)
- IX. امکان خسارت مواد در جریان ساخت در صورت توقف دستگاهها
- X. وجود مواد مذاب در سیستمهای تولیدی
- XI. وجود مواد با حرارت بالا و دارای خواص خوردندگی و....
- XII. وجود انواع عوامل خطر آفرین برای پرسنل

عوامل اثر گذار بر تعیین سطح نیروی انسانی نت

- (1) امکان در یافت بعضی از سرویسهای فنی از پیمانکاران خارج از صنعت
- (2) دسترسی به قطعات یدکی از بازار نزدیک
- (3) هماهنگی بین کارخانه و ماشین الات و کیفیت کارکرد انها
- (4) فرهنگ صنعتی کارگران خط تولید
- (5) فرهنگ صنعتی و سطح آموزش کارکنان نت و کاربرد بهینه نیروی انسانی در نت
- (6) سیستم مدیریت فنی تعیین شده برای صنعت از نظر سطح تمرکز در ارائه خدمات فنی

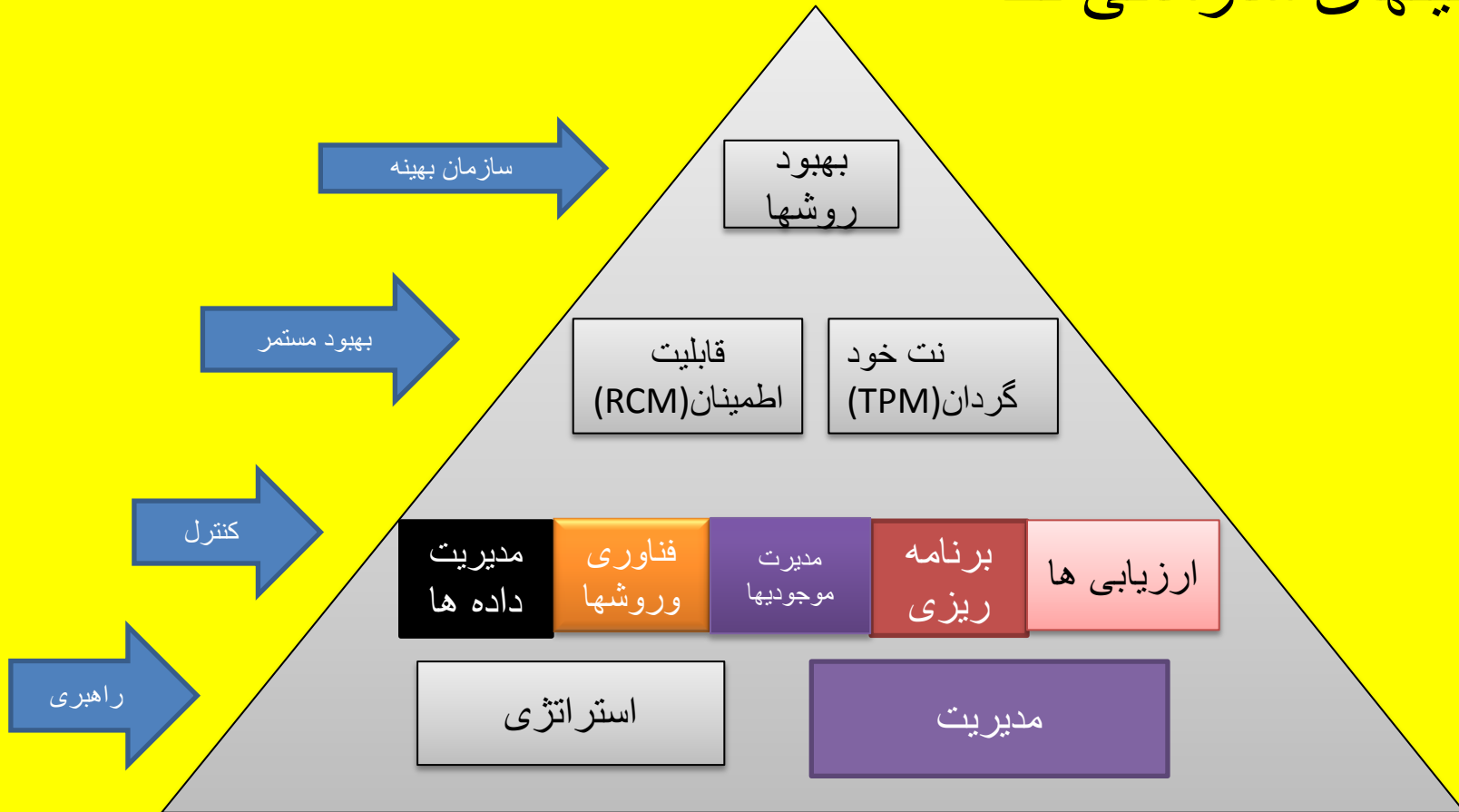
امور فنی در نمودارهای سازمانی

- عواملی همانند شرایط صنعتی، فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی، دسترسی به افراد با صلاحیت و عوامل طبیعی در ساختار سازمانی تاثیر دارند.



هرم تعالی سازمانهای نت

• فعالیتهای سازمانی نت



فصل دوم

شرایط فعلی نگهداری و تعمیرات و امور
مدیریت فنی در صنایع ایران

شرایط نت در ایران

- نت در ایران با توجه به صنایع دولتی و غیر دولتی فرق دارد. در صنایع تولید پیوسته مانن ذوب آهن، پتروشیمی، پالایشگاه، هواپیمایی و..... مناسب و در دیگر صنایع کوچک و متوسط نامناسب می باشد.

نارساییها در صنایع بزرگ:

- عدم وجود پویایی در سیستم های تدوین شده نت
 - عدم توجه به کاربرد صحیح و دقیق سیستم های موجود
- در صنایع کوچک و متوسط عموما تعمیرات مطرح است و کمتر به نت می پردازند

زیانهای ناشی از عدم وجود سیستم های مناسب نت در ایران

- (1) پایین بودن عمر کارکرد ماشین الات
- (2) نیاز به قطعات یدکی و تعویض قطعات
- (3) ایجاد خطرات جانی
- (4) کمبود تولید و اثرات ان
- (5) کیفیت نامناسب تولید داخلی
- (6) بالابودن هزینه های تولیدی و قیمت تمام شده

علل وجود نارسایی در امور نگهداری و تعمیرات در ایران

- (1) وجود تاخیر زمانی نسبت به تکنولوژی روز دنیا
- (2) عدم دخالت مهندسين نگهداری در خریدها و توجه صرف به روش تولید
- (3) وجود دسترسی راحت به قطعات در بازار خارج در دهه 50
- (4) عدم آموزش پرسنل ایرانی در بدو راه اندازی کارخانجات
- (5) عدم توجه به هزینه های دوره عمر ماشین الات و استانداردهای مرتبط
- (6) نبود درس نت در رشته های مهندسی و مدیریت تا پس از انقلاب در سال 1361
- (7) نارسایی نیروی انسانی بکار گرفته شده در صنایع

فصل سوم

برنامه ریزی و کنترل در نگهداری و تعمیرات

نیازهای برنامه ریزی

- (1) تدوین برنامه های مناسب در جهت حفاظت از دارایی ها
- (2) تامین امکانات لازم برای اعمال برنامه
- (3) تهیه روشهای سیستماتیک برای سوابق از فعالیتهای انجام شده
- (4) ایجاد کانالی برای ارتباطات با دیگر واحدها و بازنگری در ساستها و خط مشی ها

بخشهای اصلی تشکیل دهنده امور مدیریت فنی

(1) مهندسی نگهداری و تعمیرات

- تهیه و تدوین طرحها، روشها، دستورالعمل ها، فراهم اوری اطلاعات فنی برای بخشهای مدیریتی و دیگر بخشها

(2) امور اجرایی تعمیرات(نت)

- اعمال فعالیتهای لازم بر روی دستگاهها به منظور نگهداری و حفاظت فنی از آنها بر اساس سیاستها
- (3) انبار قطعات یدکی

- سفارش ،ذخیره و صدور قطعات یدکی و لوازم مصرفی نگهداری و تعمیرات بر اساس سیاستها

فعالیت‌های بخش امور اجرایی نگهداری و تعمیرات

- (1) جلوگیری از خرابیها
- (2) تعمیر خرابیهای اضطراری
- (3) تصحیح طرح تجهیزات
- (4) توجه به بهره برداری صحیح از تجهیزات ضمن تبادل نظر با دیگر بخشهای تولید و بهره برداران

عوامل موثر در تعیین میزان اعمال تعمیرات پیشگیری

- قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان یک عنصر عبارت است از احتمال کارکرد صحیح عنصر برای مدتی معین و از پیش تعیین شده و در کیفیت معین و از پیش تعیین شده

- تعمیر پذیری

تعمیر پذیری عبارت است از میزان پذیرش سیستم جهت اعمال امور تعمیراتی برای باز گرداندن آن به شرایط مشخص و تعیین شده

- هزینه ها شامل:

- (1) هزینه خسارات ایمنی
- (2) هزینه نیروی انسانی برای تعمیرات
- (3) هزینه تامین قطعات یدکی
- (4) هزینه پنهان از کار افتادگی ماشین الات خاصه در تولید پیوسته وانبوه

هزینه های موردنظر و روند تغییرات آنها

- هزینه های مستقیم نظیر:

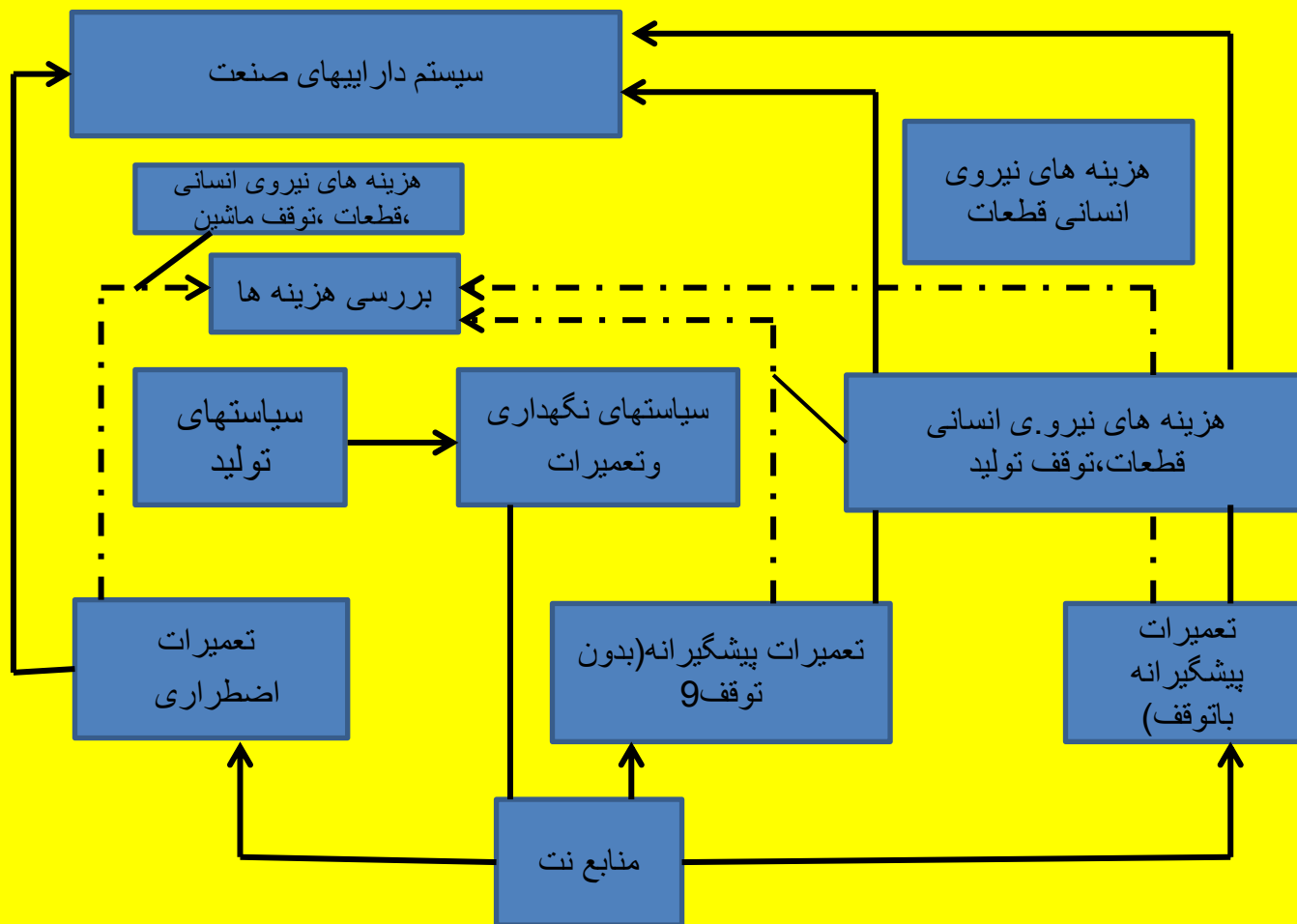
هزینه ساعت کارکرد نیروی انسانی، مواد و قطعات یدکی مورد نیاز

- هزینه های غیر مستقیم نظیر:

توقف تولید، خسارات ایمنی، افت اعتبار شرکت نزد مشتریان، هزینه ضایع شدن مواد اولیه و افت اعتبار مدیریت نزد کارکنان

مدل پیشنهادی برای کنترل عملیات و امار و اطلاعات

• مدل



فصل چهارم

مراحل سازماندهی امور نگهداری و تعمیرات

تفسیم بندی کارخانه ها از نظر روشهای تولید

- (1) سیستمهای تولید پیوسته
- (2) سیستم های تولید انبوه
- (3) سیستم تولید دسته ای
- (4) سیستم های تولید سفارشی

شناسایی محیط کار

- (1) موقعیت و شرایط صنعتی محیط اطراف
- (2) شرایط اقلیمی
- (3) وضعیت دریافت تاسیسات ضروری نظیر آب، برق، سوخت و.....

تهیه شناسنامه برای دستگاه

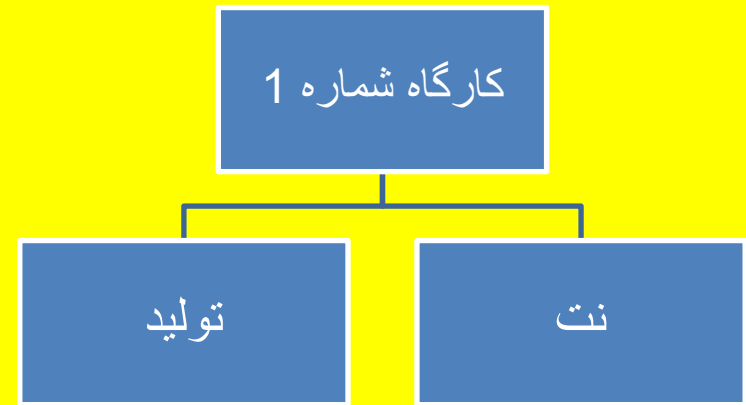
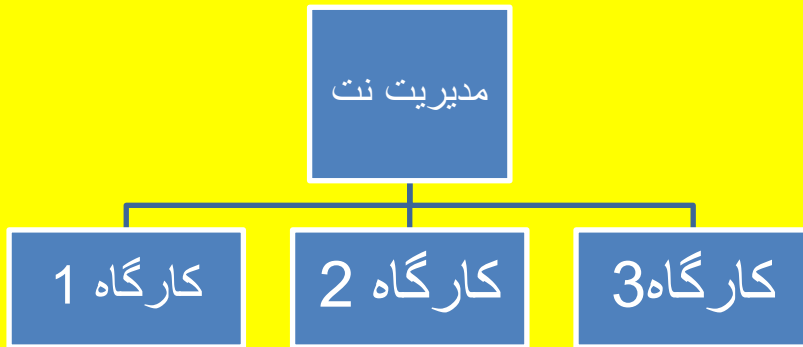
- 1) تهیه لیست دستگاهها
- 2) کد گذاری دستگاهها و تجهیزات
- 3) تهیه پرونده دستگاهها
- 4) تهیه کارت دستگاه شامل اطلاعات:
 - کد دستگاه
 - مشخصات فنی شامل: قدرت، سرعت، مدل، ابعاد فیزیکی، وزن
 - محل نصب یا بهره برداری
 - اطلاعات مالی
 - محل و شماره کاتا لوگها، نقشه ها و دستورالعمل های فنی
 - قطعات اصلی دستگاه
 - انواع تاسیسات لازم
 - نام و ادرس سازنده، فروشنده، نمایندگی فروش قطعات یدکی و مل سرویسهای پس از فروش

کد گذاری دستگاهها

- هدف: امکانات جمع آوری و طبقه بندی امار و اطلاعات فنی، مالی، هزینه ها، کنترل کارایی امور فنی
- طبقه بندی داراییها بر اساس دسته بندی های زیر:
- ماشینهای تولید، ماشینهای پشتیبانی، ماشینهای از مایشگاهی، وسایل انتقال مواد، شبکه های تاسیسات، سیستمهای تهویه مطبوع، ساختمانها، ماشینهای دفتری، وسایل رفاهی و خدماتی
- در کد گذاری توسعه آینده، محل، شماره ماشین، مدل و سری ماشین و... لحاظ می شود
- در صورت زیاد بودن دستگاهها از عدد و حرف استفاده شود
- کد گذاری در شرکتها با یکدیگر متفاوت می باشد
- کدگذاری در همه واحدهای شرکت یکسان می باشد
- کد بر روی قطعات نصب میشود

انواع سازمانهای نت

- سازمان نت متمرکز
- سازمان نت غیر متمرکز



مزایا و معایب انواع سیستمها

- بالا بردن سرعت انتقال
- بالا رفتن سرعت یادگیری
- آشنایی کارکنان با روشهای تولید خاص
- همکاری نزدیک و روابط انسانی با واحد

معایب:

- بالا بردن هزینه بالاسری
- بالا رفتن حجم و هزینه قطعات
- یکنواختی کار کارگران
- عدم آشنایی کارکنان با سایر تخصصها
- عدم امکانات آموزشی
- عدم امکان مطالعه و بررسی بازده گروههای نگهداری و تعمیرات و مقایسه وضعیت ماشین الات و تجهیزات
- پایین بودن میزان استفاده از کارکنان واحدهای نت
- عدم امکان استاندارد کردن قطعات یدکی

دیدگاه‌های موجود در مورد استفاده از سیستم‌ها

- از سال‌های گذشته دیدگاه به سمت گذر از سیستم متمرکز به نیمه متمرکز و در سال‌های اخیر به سیستم متمرکز بوده است.
- اهم دلایل استفاده از سیستم غیر متمرکز:
 - وسعت کارخانه
 - عدم وجوه اشتراک در نوع خدمات فنی
 - عوامل مسدود کننده کارگاهها

فصل نهم

بازرسیهای فنی و تعمیرات پیشگیرانه

مقدمه

- در یک سیستم منظم نت 94% نت مربوط به بازرسی و پیشگیری و 6% تعمیرات اضطراری است
- 50% فعالیتهای مدیریت نت جنبه غیر تعمیراتی دارد
- در یک سیستم منظم نت فقط 3% تعمیرات اضطراری و 97% تعمیرات پیشگیرانه است

سطوح مختلف بازدید فنی

- (1) بازدید توسط انسان توسط حواس
- (2) بازدید توسط انسان ولی با استفاده از ابزار
- (3) آنالیز شیمیایی روغنهای مستعمل
- (4) نصب و استفاده از ابزار و تجهیزات نصب شده بر روی دستگاهها برای اعلام خطر

روشهای برنامه ریزی بازدید های فنی
فرم پیشگیری

فرم سالیانه پیشگیری

برنامه هفتگی

فرم مشخصات کار پیشگیری

فرم گزارش بازرسی

کاربرد کامپیوتر در امور تعمیرات پیشگیری (CMMS)

برنامه روانکاری

تعمیرات کلی

فصل دهم

ارتباطات سازمانی

دلایل نیاز به ارتباطات

- تبادل نظر در مورد در خواستهای تعمیراتی از امور تولید
- تبادل نظر در مورد امور پیشگیری با تولید
- تبادل نظر در موارد تغییر
- تبادل نظر در زمان کسری قطعات یدکی و....

وسایل برقراری ارتباط

- تلفن
- سیستم پیچ
- گیرنده و فرستنده های کوچک و قابل حمل
- شبکه های کامپیوتری

زبان فنی

- پیشنهاد کاتر پیلر برای این ارتباط فنی:
- استاندارد کردن اصطلاحات نت
- استاندارد کردن ساختار جملات فنی در نت
- حذف اصطلاحات مترادف
- بکار گیری سیستم ILSAM (استفاده از مخفف ها برای کاستن مشکل ارتباطی با متخصصین)

فصل چہار دہم

انبار قطعات یدکی ولوازم مصرفی نت

کلیات

- پارامترهای تاثیر گذار بر سیستم کنترل موجودی
- (1) تصمیم گیری در مورد سیستم سفارشات
- (2) تصمیم گیری در مورد مقادیر در سیستم سفارش انتخاب شده
- توجه به پارامترهای هزینه ای
- سرعت مصرف قطعه
- میزان اطمینان از موجودی

مسئولیت‌های نگهداری موجودی‌ها

- وظایف قسمت واردات انبار
- وظایف قسمت موجودیها و صادرات
- وظایف قسمت کنترل موجودیها

انبارهای اقماری
کاتالوگهای انبار
سایر روشهای کنترل
تفکیک انبار فنی از انبار مصارف تولیدی عمومی
کاربرد کامپیوتر در انبار فنی
صرفه جوییهای قابل دسترس در انبار

فصل پانزدهم

نکات قابل مطالعه هنگام تصمیم گیری
در مورد خرید ماشین الات

قابلیت تعمیر دستگاه

- (1) دسترسی راحت به قطعات یدکی
- (2) آیا این دستگاه در مراکز نزدیک استفاده می شود
- (3) نمایندگی فروش دستگاه اسناد و مدارک فنی
- (4) امکانات آموزش
- (5) راحتی در تعویض قطعات
- (6) منطقی بودن قیمت قطعات
- (7) درصد ساخت قطعات یدکی توسط سازنده دستگاه
- (8) اندازه ها و نوع ان
- (9) تفکیک پذیر بودن قطعات یدکی
- (10) ابزار و تجهیزات لازم برای تعمیرات

قابلیت اطمینان دستگاه

- (1) نصب چراغها، علایم عیب نما، بوق اخطار و...
- (2) منفرد بودن قطعات تعمیری و قطعات کلیدی
- (3) محافظت قسمت های اصلی دستگاه در موارد محیطی مثل گرد و خاک، رطوبت
- (4) شرایط ایمنی کارکنان
- (5) منفرد بودن زیر سیستم های دستگاه مانند شیر های اطمینان، تر موستات

فصل شانزدهم
کاربرد کامپیوتر در برنامه ریزی
کنترل امور نت

دلایل بکارگیری

- (1) فزونی حجم اطلاعات
 - (2) احتیاج سریع به اطلاعات
 - (3) احتیاج به دقت و صحت
 - (4) نیاز به سیستم پویا و بهنگام سازی اطلاعات
 - (5) بالا بودن نسبی هزینه های تهیه ،نصب و راه اندازی سیستم های کامپیوتری
 - (6) امکان دسترسی به سیستم های نرم افزاری مناسب
- نرم افزارهایی مانند: CMMS و MANCOM

نمونه خدمات کامپیوتری در نت

- اطلاعات کلی در مورد سازمان در ارتباط با امور نت
- سازمان-نیروی انسانی
- هزینه های امور نت ومهندسی وانبار قطعات یدکی
- برنامه ریزی کارهای مورد در خواست
- روشها ودستورالعملها واطلاعات در مورد تجهیزات
- انبار قطعات یدکی

فصل هجدهم

قابلیت اطمینان و شاخص های ارزیابی

قابلیت اطمینان

- قابلیت اطمینان یک سیستم، احتمال کارکرد سالم و بدون اشکال سیستم برای یک مدت مشخص و در شرایط مشخص و از پیش تعیین شده می باشد.

- $F(t) = \int_0^t f(t). dt = 1 - R(t)$

• مثال:

تابع توزیع عمر کامپیوتری قابل تقریب به تابع توزیع یکنواخت با حد اقل 50 و حداکثر 150 ساعت کار می باشد. لازم است برای سه هفته متوالی از این کامپیوتر استفاده شود. اگر هر هفته 5 روز و هر روز 7 ساعت کار باشد احتمال کار بدون اشکال چه میزان است؟

$$105 = 7 \times 5 \times 3 \text{ ساعت}$$

$$f(t) = c = 1/(b-a) = 1/(150-50) = 0.01$$

$$R(t) = \int_{105}^{150} 0.01. dt = 0.01(150 - 105) = 0.45$$

احتمال کار بدون اشکال 45% می باشد .

قابلیت اطمینان(ادامه)

- مثال:
- یک دستگاه تنظیم موتورهای بنزینی بطور متوسط هر 45 روز یک بار در اثر خرابی اضطراری از کار می افتد این دستگاه برای استفاده 30 روز به نقطه دیگری ارسال شده است با توجه به توزیع عمر نرمال دستگاه و انحراف معیار 7 ، این دستگاه در طی این مدت بدون اشکال کار می نماید؟

$$Z=(45-30)/7=2.14$$

$$\text{Area appendix } z(2.14)=0.4838$$

$$P=0.5+0.4838=.9838$$

$$P=98.38\%$$

قابلیت اطمینان (ادامه)

• مثال

• امار خرابی های یک ماشین ،فاصله زمانی بین دوخرابی را روی این ماشین به میزان 140روز نشان می دهد.احتمال کار ،در صورتیکه این ماشین پس از تعمیر 180 روز کار نماید چه میزان است؟

• تابع توزیع با توجه به عمر طبیعی تابع نوع نمایی منفی می باشد(فاصله ثابت دو تعمیر)

متوسط عمر $m=140\text{days}$

$$\lambda=1/m=1/140=0.00714$$

سرعت خرابی

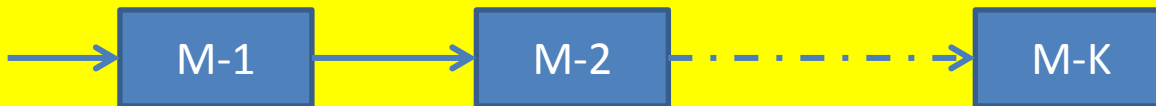
$$F(t)=\lambda e^{-\lambda t}=0.00714e^{-0.00714t}=0.276$$

تمرین

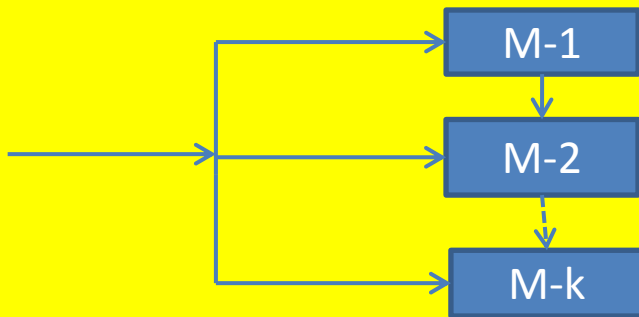
- یک دستگاه تنظیم موتورهای بنزینی بطور متوسط هر 15 روز یک بار در اثر خرابی اضطراری از کار می افتد این دستگاه برای استفاده 25 روز به نقطه دیگری ارسال شده است. با توجه به توزیع عمر نرمال دستگاه و انحراف معیار 6، این دستگاه در طی این مدت بدون اشکال کار می نماید؟

قابلیت اطمینان سیستم های مرکب

- یک سیستم مجموعه ای از عناصر و سیستم ها می باشد و شکل انها متفاوت و به دسته های زیر می باشد:
(1) ترکیب متوالی (سری یا زنجیره ای)

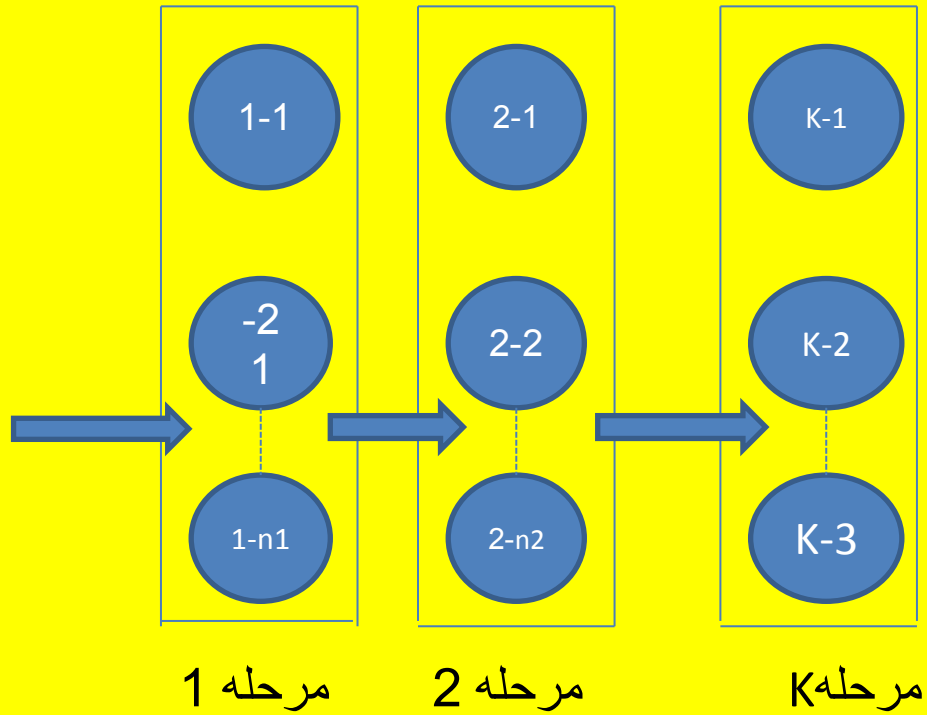


- (2) ترکیبهای موازی



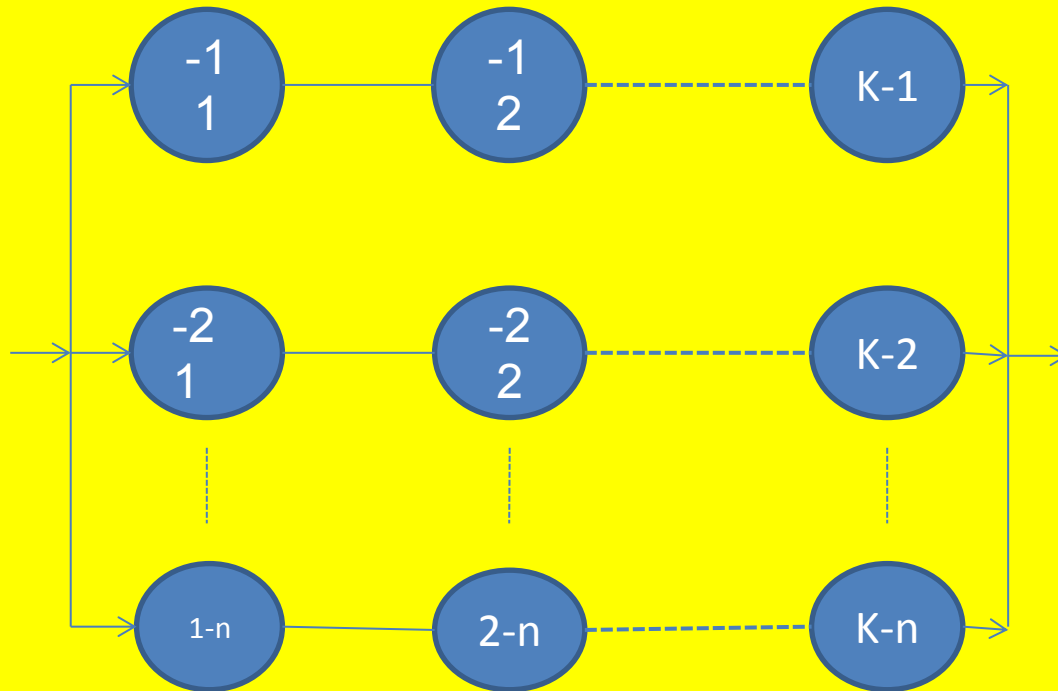
سیستمهای ترکیبی (ادامه)

(3) ترکیب متوالی-موازی



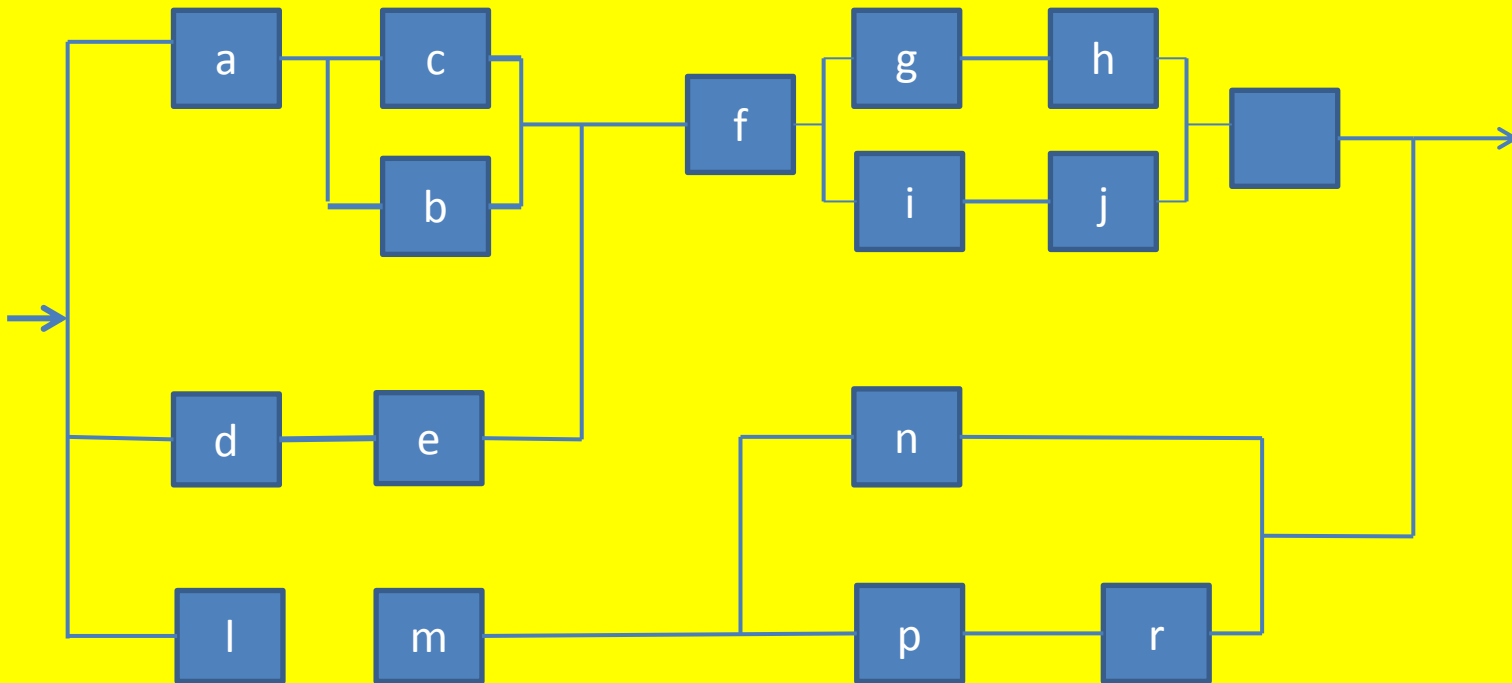
سیستم های ترکیبی (ادامه)

4) ترکیبهای موازی از خطوط متوالی
در این سیستم چند خط مشابه یکدیگر می باشند
همیشه یک خط آماده می باشد



سیستم های ترکیبی (ادامه)

- ترکیبهای مختلف



محاسبه قابلیت اطمینان در ترکیبهای متوالی

- در این حالت احتمال عملکرد برابر است با حاصلضرب احتمالات زیر سیستم ها در یکدیگر

$$R_s = P_1 \times P_2 \times \dots \times P_k = \prod_{i=1}^k P_i$$

مثال:

برای تولید اندهای الکترولیزر در یک کارخانه الو مینیوم مواد تحت مراحل زیر عمل می نمایند و احتمال کارکرد سالم هر مرحله برای یک ماه آینده به شرح زیر است. احتمال کارکرد سالم سیستم چه میزان است؟

نام اجزاء	کوره اولیه	میکسر	پرس	کوره پخت
در صد احتمال کارکرد سالم	90	85	95	99

$$0/72 = R_s = 0/99 \times 0/95 \times 0/85 \times 0/9$$

72% احتمال کارکرد سالم سیستم می باشد.

محاسبه قابلیت در حالت موازی

- در این حالت در صورت خرابی همه ماشینهای، سیستم متوقف می شود.

$$R_s = 1 - q_1 \times q_2 \times q_3 \times \dots \times q_n = 1 - \prod_1^n q_i$$

$$q = 1 - p$$

مثال:

در یک ایستگاه پمپ بنزین شامل 4 دستگاه پمپ همیشه پمپی برای استفاده آماده می باشد با توجه به احتمال کارکرد سالم پمپها مطابق جدول زیر چند درصد احتمال کار سالم پمپها وجود دارد؟

شماره پمپ	1	2	3	4
Pi	0/9	0/8	0/9	0/7
qi	0/1	0/2	0/1	0/3

$$R_s = 0/9994 = 1 - 0/3 \times 0/1 \times 0/2 \times 0/1$$

محاسبه قابلیت اطمینان (ادامه)

- قابلیت اطمینان در ترکیبهای موازی/متوالی
- قابلیت اطمینان در ترکیبهای موازی از خطوط متوالی
- محاسبه قابلیت اطمینان در ترکیبهای مختلط

طرح بهینه یک سیستم متوالی/موازی

- در این حالت به دلیل استفاده از ماشینهای مختلف و محدودیت های سیستم نظیر بودجه یا تعداد ماشین ،فضا و... با استفاده از روابط زیر نسبت به تعیین بهترین شرایط استفاده می شود.
- $R_s = \prod_1^k (1 - q^{n_i})$ تابع هدف
- $\sum n_i \cdot c_i \leq B$ تابع محدودیت
- با استفاده از این روابط و برنامه ریزی خطی می توان تعداد مطلوب سستم را بدست آورد.
- مثال:
- در یک چاپخانه طی چهار مرحله عملیات چاپ انجام می شود. در مرحله اول تعداد دو ماشین چاپ با قیمت 1000 واحد و احتمال کارکرد سالم 0/8 و 0/6 و در مرحله سوم یک ماشین به قیمت واحد 800 و احتمال کارکرد 0/9 موجود است با محدودیت 5100 واحد پول تعداد بهینه ماشین در مرحله دوم و چهارم که قیمت هر کدام 500 و 800 و احتمال کارکرد 0/5 و 0/8 چه اندازه است؟

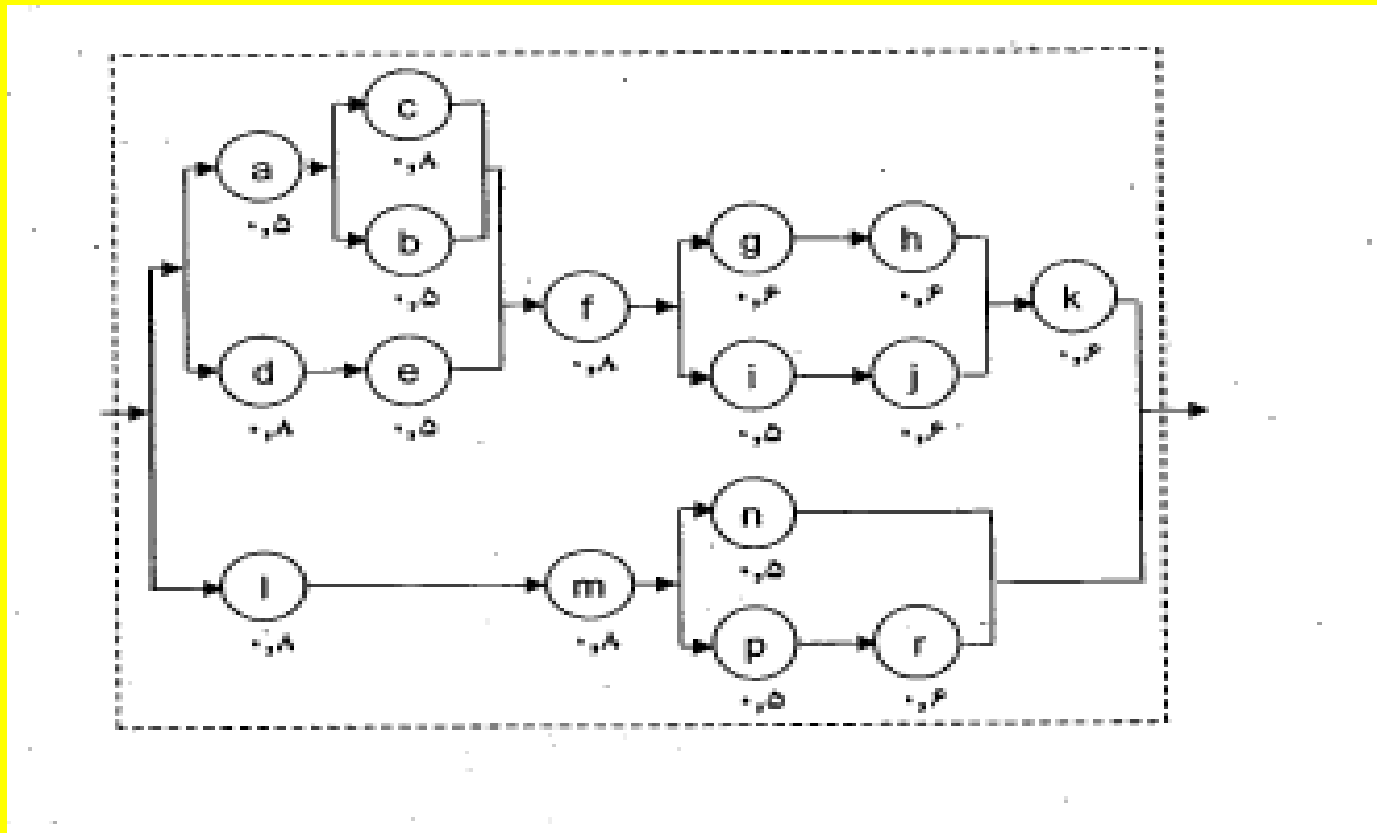
مثال (ادامه)

- $R_s = 0.92 \times (1 - 0.5^{n_2}) (1 - 0.1) (1 - 0.2^{n_4})$
- $(1000 \times 2) + (500 \times n_2) + (800 \times 1) + (750 \times n_4) \leq 5100$

مقدار انتخابی n_4	مقدار انتخابی n_2	مقدار منطقی n_2	R_s	$\sum n_i \cdot c_i$
1	3/1	3	0/5796	5050
2	1/6	1	0/3974	4800
3	0/1	غیر منطقی	-	-

- بنابراین ترکیب بهینه عبارت است از:
- ماشین چاپ دو دستگاه
- ماشین تاکن 3 دستگاه
- ماشین برش یک دستگاه
- ماشین صحافی یک دستگاه

قابلیت اطمینان سیستم زیر را محاسبه کنید



شاخصهای ارزیابی امکانات پشتیبانی

1) شاخصهای مربوط به قابلیت اطمینان

فرکانس خرابی λ : تعداد خرابی در واحد زمان

متوسط فاصله زمانی بین دو خرابی MTBF: عکس مقدار فرکانس می باشد و با μ نشان میدهند.

مثال: در صورتیکه در یک سیکل زمانی 11 ماهه، شامل 22 روز کار در هر ماه و دو نوبت 8 ساعته در هر روز جمعاً یک ماشین 10 بار خراب شود، فرکانس خرابی و فاصله دو خرابی را مشخص نمایید.

$$\lambda = \frac{10}{11 \times 22 \times 2 \times 8} = 0.0026$$

سه (یا ده) سیستم یا ماشین با بیشترین خرابی (شاخص TTT): استفاده از شاخص فرکانس خرابی و یا بودجه برای تعیین سه ماشین دارای بیشترین مقدار شاخص و تعیین اقدامات مورد نیاز

متوسط زمان بین دو تعمیر (تعمیر اضطراری و پیشگیرانه)

MBTP متوسط زمان بین دو تعمیر پیشگیری

MTBM متوسط زمان بین دو تعمیر

$$MTBM = \frac{1}{\frac{1}{MTBF} + \frac{1}{MBTP}} = \frac{1}{\lambda + F}$$

F فرکانس تعمیرات پیشگیری

شاخصهای مربوط به تعمیر پذیری

$$T_e = \frac{\sum_1^n t_j}{n}$$

(1) متوسط زمان لازم برای تعمیر اضطراری

$$T_e = \frac{\sum_1^n \lambda_i \cdot T_i}{\sum_1^n \lambda_i}$$

• متوسط زمان لازم برای یک سیستم با اجزای متفاوت

• مقدار T_e را با نماد MTTR یا متوسط زمان لازم برای تعمیر نشان می دهند.

• مثال: با توجه به جدول زیر مطلوب است متوسط زمان لازم برای تعمیر سیستم

زیر سیستم	(بار در λ_i ماه)	T_i (دقیقه)
الکتریکی	10	24
مکانیکی	2	90

$$T_e = \frac{(10 \times 24) + (2 \times 90)}{10 + 2} = 35 \text{min}$$

شاخصهای مربوط به تعمیر پذیری

2) متوسط زمان برای تعمیرات

T_p متوسط زمان لازم برای اعمال تعمیرات پیشگیری روی سیستم

F_i فرکانس اعمال تعمیرات پیشگیری نوع i

P_i متوسط زمان لازم برای اعمال تعمیرات پیشگیری نوع i

مثال: در یک سیستم شامل سه پرس مطابق جدول زیر تعمیرات پیشگیری انجام می شود متوسط زمان لازم برای هر تعمیر پیشگیری چه میزان است؟

متوسط زمان (P_i) دقیقه	فرکانس (F_i) بار در سال	نوع تعمیرات (i)
10	50	هفتگی
30	12	ماهانه
130	2	6 ماهه

$$T = \frac{(50 \times 10) + (12 \times 30) + (2 \times 130)}{50 + 12 + 2} = 17.5 \text{ min}$$

شاخصهای مربوط به تعمیر پذیری

(3) متوسط زمان لازم برای تعمیر، شامل تعمیرات پیشگیری و اضطراری

$$T = \frac{(\lambda \times T_e) + (F \times T_p)}{\lambda + F}$$

T متوسط زمان لازم برای هر تعمیر (پیشگیری یا اضطراری)

F تعداد دفعات (فرکانس) اعمال تعمیرات پیشگیری در واحد زمان

λ متوسط تعداد دفعات خرابی اضطراری در واحد زمان

مثال: در یک سیستم اطلاعات زیر موجود است مطلوب است متوسط زمان لازم برای

هر تعمیر:

$$\lambda = 4 \quad T_e = 40 \quad F = 64 \quad T_p = 17.5$$

$$T = \frac{(4 \times 40) + (64 \times 17.5)}{4 + 64} = 18.8 \text{min}$$

فصل نوزدهم

تئوریهای مهندسی نت

فواصل زمانی مناسب برای تعمیرات پیشگیرانه

- آیا می توان زمانی را برای تعمیرات پیشگیری در نظر گرفت؟
- فواصل انرا چگونه مشخص نماییم؟
- هزینه های نصب تجهیزات ، نیروی انسانی و .. چگونه خواهد بود؟
- در صورت تعمیرات پیشگیرانه زیاد توقف زیاد و کارایی دستگاه افت می نماید؟
- در صورت طولانی شدن فواصل تعمیرات پیشگیرانه ، تعمیر اضطراری زیاد می شود؟ در دستگاهی که دارای توزیع عمر فوق نمایی منفی است اعمال PM باعث کاهش کارایی می شود.
- در سیستمی که از تابع توزیع ویبول یا نرمال تبعیت می نماید زمان تعمیر پیشگیری کمتر از اضطراری موثر خواهد بود
- هدف از PM صرفا افزایش کارایی نمی باشد بلکه عواملی همانند هزینه نیز لحاظ می شود.

نمودارهای تعیین زمان بهینه برای تعمیرات پیشگیری با در نظر گرفتن عوامل هزینه و زمان

- تابع ارلانگ: به آن دسته از توابع توزیع عمر که گستردگی آنها کمتر از توابع نمایی هستند و دارای توابع عمری نزدیک به این توابع تحت عملیات PM قرار می گیرند.
- | به عنوان پارامتر تعیین کننده میزان گستردگی و t میزان گستردگی تابع می باشد.
- با بزرگ شدن | تابع گستردگی کم و به سمت نرمال و ویبول حرکت می نماید و بالعکس با کوچک شدن به سمت تابع نمایی

• تعمیرات پیشگیرانه برای سیستمهایی که از تابع ارلانگ تبعیت می نمایند مفید می

باشد در رابطه علاوه بر زمان به هزینه در تعمیر پیشگیری توجه شده است.
$$Y = \frac{tp(CD+CP)}{te(CD+Ce)}$$

- Ta میانگین عمر سیستم
- Ce هزینه انجام یک ساعت تعمیر اضطراری
- CD هزینه یک ساعت توقف دستگاه
- Te زمان لازم برای انجام تعمیرات اضطراری
- با استفاده از منحنی های Y و Tp/Ta مقادیر مورد نیاز بدست می آید.
- Tp فاصله زمانی مابین دو تعمیر پیشگیری متوالی
- Cp هزینه یک ساعت تعمیر پیشگیری
- tp زمان لازم برای انجام تعمیرات

تعمیرات بعد از خرابی در شرایط گسترده‌گی تابع توزیع عمر

- تعمیرات اضطراری در شرایط داشتن یک تیم منفرد تعمیراتی
- در این حالت تنها یک تیم تعمیراتی است.
- این تیم تنها به تعمیر یک ماشین می پردازد
- ماشینهای دیگر در صفا تعمیر می باشند.
- امکان دارد در بعضی اوقات تیم تعمیراتی بی کار باشد.
- انجام سرویسهای منظم نظیر روغنکاری، تنظیم، دقت در بهره برداری صحیح و مطبق با خواسته شده، به افزایش عمر ماشین Ta کمک می نماید
- تقویت امکانات نگهداری نظیر نیروی انسانی، تامین امکانات پشتیبانی (نقشه ها و نمودارهای عیب یابی) قطعات یدکی و ابزار و تجهیزات
- برنامه ریزی دقیق و تبیین روشهای مدیریت و کنترل در داخل کارگاه نت و ترتیب بندی فعالیتهای تعمیرات در افزایش کارایی نت (کاهش Te) نقش دارند.

مثال

- یک تیم تعمیراتی مسئولیت تعمیر 8 ماشین را دارد. بر مبنای امار عمر ماشینها و زمان لازم برای تعمیر آنها هر دو نزدیک به توابع نمایی می باشد. در حال حاضر بطور متوسط 5 ماشین از 8 ماشین آماده بکار می باشد. متوسط عمر ماشینها بعد از هر تعمیر 10 روز می باشد. امور بهره برداری نیاز به 6 دستگاه ماشین سالم و آماده بکار دارد. در این شرایط امکانات به چه اندازه افزایش یابد؟
- $T_a/T_e=?$
- $T_a=10$
- $K=8$
- با استفاده منحنی های مربوطه مقدار T_a/T_e تقریباً 5 می شود. بنابراین T_e برابر با 2 روز می شود. در حال حاضر هر تعمیر بطور متوسط 2 روز طول می کشد
- با توجه به میزان 6 ماشین نیاز به افزایش تیم تعمیراتی است و بنابراین T_a/T_e تقریباً برابر با 8 می شود. لذا T_e برابر با $1/25$ نیاز به افزایش دارد.
- سرعت کار به میزان $(2-1/25)/2$ برابر با 60% افزایش داشته و این مستلزم افزایش امکانات تیم تعمیراتی است.
- $K.T_a/T_e=8 \times 1.25/10=1$

تعمیرات بعد از خرابی در شرایط گستردگی تابع توزیع عمر (ادامه)

- تعمیرات اضطراری در شرایط داشتن دو تیم تعمیراتی
 - در این حالت سرویس دهی بهتر و دستگاهها با درصد بیشتری در حال آماده بکار بودن می باشد.
 - مثال:
- دو دستگاه ماشین ریخته گری تحت فشار در یک کارگاه ریخته گری مشغول بکار می باشند. بر اساس امار موجود، متوسط زمان بین دو تعمیر متوالی بر روی هر ماشین حدود 60 روز می باشد. در حال حاضر یک تیم تعمیراتی شامل 2 نفر کارگر متخصص مسئولست تعمیرات این دو ماشین را بعهده دارند.

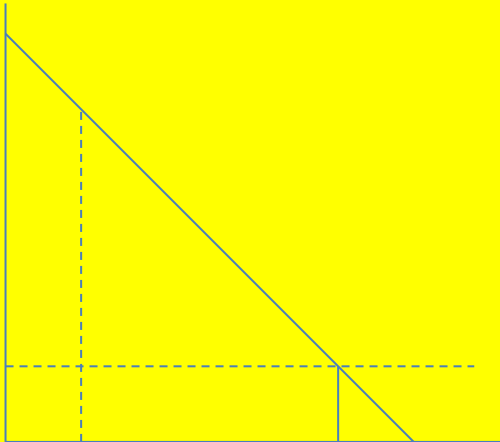
هزینه هر روز یک کارگر 5000 ریال

هزینه رکود ماشین در یک روز 200000 ریال

پیشنهاد افزایش تعداد کارگر به 10 نفر شده است

ایا این افزایش بصرفه است؟

مثال (ادامه)



تعداد نفرات در یک تیم

$te=60days$ $Ta=60days$ $M=1team$ $K=2$ •

متوسط زمان لازم برای تعمیر یک ماشین $M.Ta/Te=1 \times 60/60=1$ •

با توجه به نمودار تعداد ماشینهای آماده بکار $0/8$ می باشد •

هزینه روزانه کارگران $= 50000 \times 2 = 100000$ ریال •

هزینه توقف ماشین $= (2 - 0/8) \times 200000 = 240000$ ریال •

مجموع هزینه ها 250000 ریال •

در صورتی که تیم به 10 نفر افزایش یابد متوسط زمان هر تعمیر به 15 روز می رسد. •

$te=15days$ $Ta=60days$ $M=1team$ $K=2$ •

• هزینه روزانه کارگران $= 5000 \times 50000 = 10$

هزینه رکو دماشین $= 200000 \times (2 - 1/5) = 100000$ •

• جمه هزینه ها برابر با 150000 ریال کی گردد. لذا افزایش تیم به 10 نفر قابل قبول است.

فصل بیست

کنترل موجودی انبار قطعات یدکی

مقدار اقتصادی هر بار سفارش

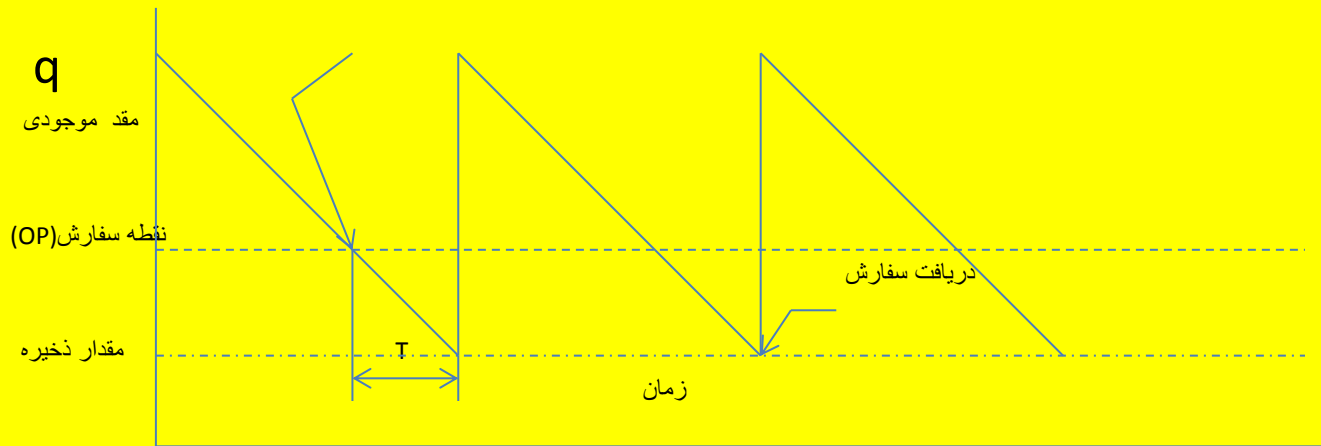
- اهم هزینه های مورد توجه در کاهش هزینه موجودیها:
- هزینه های تدارکاتی مربوط به هر بار سفارش (C)
- هزینه های نگهداری شامل هزینه های اداری، فضای انبار، بیمه، سرمایه درگیر.... (I)
- هزینه های مواجهه با کسری قطعات یدکی در هنگام لزوم (\hat{C})
- مقدار اقتصادی هر بار سفارشی بایستس در طول یک سال به حداقل برسد.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2Cr}{I}} \times \sqrt{\frac{I+\hat{C}}{\hat{C}}}$$

- C= هزینه های تدارکاتی مربوط به هر بار سفارش (ریال)
- r= میانگین مقدار مصرف در واحد زمان (عدد/سال)
- I= واحد هزینه نگهداری کالا (ریال/عدد/سال)
- \hat{C} = واحد هزینه مواجهه با کسری کالا (ریال/عدد/سال)

سیستم سفارشات

- نقطه سفارش (OP)
- مقدار ذخیره (B)
- فاصله زمانی تحویل (T)



نقطه سفارش

- در شرایط مصرف ثابت و مشخص بودن زمان تحویل پس از سفارش
- در شرایط متغیر و نامشخص بودن سرعت مصرف و زمان تحویل
- در نت نقطه سفارش با توجه به حساسیت مهم می باشد و نیاز است که درصد موجودی مثبت باشد تا از توقف دستگامه بکاهد.
- کاهش هزینه های نگهداری کالا و مواجهه شدن با کسری کالا به حداقل برسد
- استفاده از امار مصرف قطعات یدکی گذشته می تواند ماریاری برساند

محاسبه نقطه سفارش استفاده از نمودارهای کنترل موجودی

- توابع توزیع مصرف قطعات یدکی اغلب به توابع توزیع پواسون نزدیک می باشد

$$A = \sum_{n=0}^s \frac{R(-\ln R)^n}{n!}$$

- A = میزان اطمینان از موجودی

- R = قابلیت اطمینان یا احتمال کارکرد سالم قطعه به مدت زمان T ($R = e^{-KLT}$)

- $\ln R = -K\lambda T$ (لگاریتم طبیعی)

- λ = سرعت خرابی قطعه

- K = تعداد قطعات مشابه مورد نظر بر روی یک ماشین

- T = فاصله زمانی تحویل

- با استفاده از نمودارها می توان محاسبات را انجام داد

مثال

- یک سیستم کامپیوتر که بطور مداوم کار می کند دارای 20 عدد مدار مشابه است. میانگین عمر هر مدار 4000 ساعت، جهت هر بار سفارش و تحویل کالا تقریباً 50 روز طول می کشد. لازم است کالا با میزان اطمینان 98% در دسترس باشد. نقطه سفارش چه میزان باشد؟
- $50 = T$ روز $98\% = A$ $20 = K$ قطعه
- $00025/0 = 4000/1 = \lambda$
- $1200 = 50 \times 24 = T$ ساعت
- $6 = 00025/0 \ 20 \times = K\lambda T$
- با استفاده از گرافها میزان OP بهینه 11 می گردد.
- در صورتیکه بتوان نسبت به استاندار سازی قطعات اقدام نماییم میتوانیم از موجودی کالا بکاهیم
- با نت متمرکز می توان از میزان موجودی کالا کاست.

فصل یست و یکم

کاربردهای اقتصادمهندسی در نت

تغییر ارزش مبالغ نقدینگی با تغییر زمان (ارزش زمانی پول)

- با توجه به تغییر ارزش پول بدلائل مختلف ارزش یک کالا در طی زمان دچار تغییر می گردد و این در سیاست گذاری کنار گذاشتن دستگاه و یا خرید آن و هزینه های تعمیرات اثر دارد.
- در حالت کلی مبلغ P ریال پس از n سال با نرخ بهره i برابر با :

$$F = P(1 + i)^n$$

$$r = 1/(1+i)$$

$$F_n = \frac{1}{(r)^n}$$

مقدار r را ضریب ارزش کاست می نامند

مثال

- برای تراشکاری رینگهای اتوموبیل در یک کارخانه خودرو سازی از یک دستگاه ماشین تراش خودکار استفاده می شود. با توجه به فرسودگی دستگاه برای 4 سال آینده، هزینه های تعمیرات مطابق جدول می باشد. قیمت فروش اسقاطی در انتهای سال چهارم 5000 ریال
- در صورت خرید یک دستگاه جدید، فروش دستگاه موجود قیمت فروش 7000 ریال
- هزینه های تعمیراتی دستگاه جدید طی 4 سال آینده مطابق جدول است. قیمت خرید و نصب دستگاه 10000 و قیمت فروش در انتهای سال چهارم 6500 بین این دو گزینه کدام بهتر است؟
- نرخ r برابر با $0/8$

سال	1	2	3	4	جمع هزینه ها
هزینه تعمیراتی دستگاه موجود	1000	1500	1850	2000	6350
هزینه تعمیراتی ماشین جدید	800	1000	1100	1200	4100
ارزش فعلی هزینه ها د.1	800	960	947/2	819/2	3526/4
ارزش فعلی هزینه ها د.2	640	640	563/2	491/5	2334/7
ارزش فعلی درآمدها (فروش د.1)	$(0/8)^4 \times 5000 = 2048$				
فروش ماشین جدید در سال 4	$(0/8)^4 \times 6500 = 2662/4$				
مبالغ هزینه شده در حالت 1	$3526/4 - 2048 = 1478/4$				گزینه بهتر
مبالغ هزینه شده در حالت 2	$(10000 + 2334/7) - (7000 + 2662/4) = 2672/3$				

فرمولهای تعیین ارزش نقدینگی با در نظر گرفتن عوامل بهره و زمان

- با توجه به فرمولهای جدول می توان ارزش نقدینگی را در حالت‌های مختلف محاسبه نمود:

علامت نمادی	شرح	فرمول
(F/P,I,n)	برای محاسبه ارزش مبلغی که یک جا هم اکنون پرداخت می شود	$(1 + i)^n$
(P/F,I,n)	برای محاسبه ارزش فعلی یک مبلغ که یک جا در آینده پرداخت می شود	$\frac{1}{(1 + i)^n}$
(A/F,I,n)	برای محاسبه اقساط سالیانه A که باید جمعاً در انتهای سال n دارای ارزشی برابر با F باشد	$\frac{i}{(1 + i)^n - 1}$
(A/P,I,n)	برای محاسبه اقساط سالیانه A که ارزش فعلی آنها باید برابر با P باشد	$\frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$
(F/A,I,n)	برای محاسبه ارزش اینده F برای جمع اقساط سالیانه A	$\frac{(1 + i)^n - 1}{i}$
(P/A,I,n)	برای محاسبه ارزش فعلی P برای جمع اقساط سالیانه A	$\frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n}$

نرخ بازگشت سرمایه

- نرخ بازگشت سرمایه عبارت از درصدی از کل سرمایه ای که به صورت سود به سرمایه گذار رسیده است.
- ضرایب بازگشت سرمایه با استفاده از جدول محاسباتی تغییرات ارزش نقدینگی با استفاده از نمادها بدست می آید.

$$(A / P, i, n) = \frac{\text{هزینه سالیانه تولید - درآمد سالیانه}}{\text{جمع گذاری سرمایه برای عمر } n \text{ سال}}$$

برنامه ریزی جهت بازنشسته نمودن و جایگزینی ماشینها

کاهش ارزش ماشینها در طی زمان بدلائل زیر می باشد:

- 1) کاهش ارزش بدلیل فرسودگی و کهنه شدن
- 2) کاهش ارزش بدلیل تغییر خواسته از ماشین
- 3) کاهش ارزش بدلیل پیرفتهای نگنولوژی

فصل بیست و دو

شبیه سازی و کاربردهای آن در مهندسی نت

معرفی

- شبیه سازی ایجاد مدلی که از نظر خصوصیات و شرایط مشابه سیستم اصلی است و بررسی و اطلاع پیدا کردن از شرایط آینده سیستم اصلی
- مزایای شبیه سازی:
- اطلاع پیدا کردن از نحوه عملکرد با استفاده از یک مدل کوچک
- محدود کردن زمان بکار گیری مدل در مقیاس زمانی کوچک
- راحتی ایجاد تغییرات در مدل و هزینه بری محدود

مدلهای ریاضی شبیه سازی

- با استفاده از امار و اطلاعات و توابع توزیع احتمالی و تسلط بر عوامل سیاسی ،اقتصادی،طبیعی و... میتوان شرایط آینده را مطالعه نمود
- با بکار گیری شرایط و عوامل و ارتباط بین انها در مدل شبیه سازی شده نتایج حاصل از تکرار آزمایشها مطمئن تر می گردد.
- دسترسی به کامپیوتر استفاده از اطلاعات را میسر می سازد.

شبیه سازی مونت کارلو

- از کاراترین تکنیک های شبیه سازی در مسایل مهندسی صنایع ونت و مدیریت صنعتی می باشد.
- با داشتن توابع توزیع احتمالی موثر در طراحی سیستم ،با استفاده از اعداد تصادفی ،وقایع محتمل که بر سیستم اثر دارندبرداشت و عکسالعملهای سیستم بررسی می شود.

کاربرد کامپیوتر در شبیه سازی

- نرم افزارهای زیر در شبیه سازی بکار میروند:
- SOL
- SIMSCRIPT
- GASP
- DYNAMO
- GPSS
- SIMULA

جدول اعداد تصادفی

- با استفاده از این اعداد در جداول می توان در شبیه سازی اطلاعات مورد نیاز برای تاثیر عوامل مختلف بر سیستم را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

فصل بیست و سوم

کاربردهای تئوری صف در مهندسی نت

مقدمه

- دو عامل تصادفی مراجعه نمودن ماشینها برای تعمیر و تصادفی بودن زمان تعمیر در تئوری صف تاثیر دارند.
- افزایش امکانات و نیروی انسانی می تواند در کاهش صف اثر بگذارد ولیکن سطح بهینه مورد نیاز است.
- میزان بهینه به هزینه های انتظار ماشین در صف برای تعمیر و هزینه های سرمایه گذاری بستگی دارد.
- هدف از این مطالعه ، تعیین میزانی از نیروی انسانی و تجهیزات و سایر امکانات است که بازای آن جمع هزینه های رکود تولید و هزینه های نت کمینه گردد.

فرضیه های تئوری صف

- (1) تابع توزیع سرعت تقاضای ماشینها برای تعمیرپواسون است.
- (2) تابع توزیع تعمیرات به توابع نمایی منفی نزدیک است.
- (3) امکانات کارگاه نت در حدی است که متوسط سرعت تعمیر از متوسط سرعت ورود ماشینها بیشتر است
- (4) تعداد ماشینها محتاج تعمیر نامحدود است
- (5) ترتیب انجام تعمیر بر مبنای ورود ماشین است (FCFS)

ساختارهای سرویس رسانی

- تک کانالی-تک مرحله ای
- تک کانالی-چند مرحله ای
- چند کانالی-تک مرحله ای
- چند کانالی-چند مرحله ای

فرمولهای صف

- در شرایطی که تعمیرات یک کانالی یا چند کانالی باشند فرمولها بصورت زیر می باشد:

نماد	شرح	تک کانالی	چند کانالی
P_n	احتمال وجود n ماشین در حال تعمیر یا انتظار	$(1 - \rho)\rho^n$	$\frac{1}{\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!} + \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^N}{N!} (\frac{1}{1-\rho})}$
P_0	احتمال سالم بودن کلیه ماشینها	$\rho = (1 - \frac{\lambda}{\mu})$	$\frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!} \cdot P_0 \quad 0 < n < N$ $\frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{N! N^{n-N}} \cdot P_0 \quad n \geq N$
L	متوسط ماشینهای در حال تعمیر یا در صف انتظار	$\frac{\lambda}{\mu - \lambda} = Lq + \frac{\lambda}{\mu}$	$\lambda \cdot W = Lq + \frac{\lambda}{\mu}$
Lq	متوسط تعداد ماشینهای منتظر تعمیر	$\rho \cdot L = \frac{\lambda^2}{\mu - (\mu - \lambda)}$	$\frac{P_0 (\frac{\lambda}{\mu})^n \cdot \rho}{N! (1 - \rho)^2}$
W	متوسط زمان رکود ماشین در انتظار تعمیر یا در حال تعمیر	$\frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{L}{\lambda}$	$Wq + \frac{1}{\mu}$
Wq	متوسط زمان انتظار هر ماشین برای تعمیر	$\rho \cdot W = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{Lq}{\lambda}$	$\frac{Lq}{\lambda}$

ارزیابی اقتصادی گزینه ها در تصمیم گیری برای سازماندهی کارگاه نت

- در بررسی و ارزیابی جامع نت فبا توجه به نتایج محاسباتی، شرایط اقتصادی گزینه ها مورد محاسبه و تحلیل قرار می گیرند و تصمیم گیری اخذ می شود.
- مثال:
- در برنامه ریزی و تجهیز یک کارگاه نت برای یک سیستم صنعتی با تولید پیوسته دو پیشنهاد ارائه شده است:

عامل	سرمایه گذاری	تعداد کارگر در هر شیفت	سرعت تعمیرات در ماه	دستمزد هر کارگر ماهیانه	هزینه هر ساعت توقف دستگاه	عمر تجهیزات برای هر دو پیشنهاد	نرخ بهره سرمایه (سالانه)	سرعت متوسط خرابی ماشینها در ماه
پیشنهاد 1	40000000	1	40	150000	2500	5 سال	12%	10 عدد
پیشنهاد 2	15000000	2	30	150000	2500	5 سال	12%	10 عدد در ماه

توابع توزیع سرعت خرابی و زمان مصروفه برای تعمیر به ترتیب پواسون و نمایی منفی است.

مثال (ادامه)

- در حالت اول تعدادکارگر مورد نیاز برای سه شیفت 4 و در حالت دو 8 نفر می باشد.

عامل	μ	λ	متوسط W زمان رکود هر ماشین بازای هر ماه	$W = \frac{1}{\lambda - \mu}$ جمع رکود در سال	تعداد ساعت در سال	هزینه توقف در سال	هزینه دستمزد در سال	(A/P,12,5)	هزینه سرمایه درگیر در سال
پیشنهاد 1	40	10	$\frac{1}{30}$	24	2880	7200000	7200000	0/27741	11096400
پیشنهاد 2	30	10	$\frac{1}{20}$	36	4320	1080000 0	14400000	0/27741	29361150

- با توجه به نتایج گزینه یک با هزینه کمتر به صرفه می باشد.

فصل بیست و چهارم

معرفی نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM)

سیر از PM به TPM

- PM همان نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و TPM نگهداری و تعمیرات فراگیر است.
- در PM تنها بخش واحد نت مسئول است و در TPM کارکنان، کارگران و مدیران درگیر می باشند.
- اپراتورها به امور اصلی و اولیه نت ماشینهای خود می پردازند.
- نت بهره ور فراگیر (TPM) در اوایل 1980 در ژاپن مطرح گردید و سپس در سطح وسیعی بکار رفت.
- شرکت تویوتا و تامین کنندگان آن پیشرو در گسترش این سیستم بودند.
- شرکت Nippondenso تامین کننده قطعات الکتریکی تویوتا در سال 1961 به این امر مبادرت و در سال 1969 TPM را اجرایی نمود.

TPM سیستم تولید تویوتا	خرابیهای اضطراری	آماده سازی و تنظیم	حرکت بدون تولید و توقفات کوتاه	کاهش سرعت	معایب محصول	ضایعات آغاز تولید
اجرا فرایند	■					
حذف ضایعات کیفیت					■	■
تولید بدون ذخیره	■	■				
کاهش مقدار هر بار تولید		■				
آماده سازی سریع		■				
زمانهای استاندارد شده واحد محصول	■	■	■	■	■	
زمانهای استاندارد شده تولید	■	■	■	■	■	
زمانهای استاندارد شده بیکاری	■	■	■	■	■	
کنترل چشمی	■	■	■			
بهبود قابلیت بهره برداری	■	■				
بهبود قابلیت تعمیر	■					

مراحل پیشرفت نت

دهه 1970	دهه 1960	دهه 1950	
<ul style="list-style-type: none"> • نت بهره ور فراگیر • دسترسی به کارایی نت از طریق اهمیت و ارزش نهادن به افراد و مشارکت همگامی 	<ul style="list-style-type: none"> • نت بهره ور • تشخیص اهمیت قابلیت اطمینان و کارایی اقتصادی در طراحی کارخانه 	<ul style="list-style-type: none"> • نت پیشگیرانه • تدوین وظایف نت 	دوره (عصر)
<ul style="list-style-type: none"> • دانش رفتاری • برنامه های MIC, PAC, F • مهندسی سیستمها • محیط زیست • تروتکنولوژی (مدیریت فنی) • پشتیبانی فنی 	<ul style="list-style-type: none"> • نت بی نیاز از تعمیر 1960 • مهندسی قابلیت اطمینان 1962 • مهندسی قابلیت تعمیر 1962 • اقتصاد مهندسی 	<ul style="list-style-type: none"> • Pm (نت پیشگیرانه) 1951 • PM (نت بهره ور) 1954 • MI (بهبود قابلیت تعمیر) 1957 	تئو ه ها
<ul style="list-style-type: none"> • 1970-اجلاس بین المللی نت در ژاپن • 1970-شرکت ژاپن در اجلاس بین المللی در المانغربی • 1971 شرکت ژاپن در اجلاس بین المللی در لوس انجلس • 1973-UNIDO سمپوزیوم نت را در ژاپن تشکیل می دهد • 1974- شرکت ژاپن در کنگره نت EFNMS • 1976 شرکت ژاپن در کنگره نت EFNMS • 1980- شرکت ژاپن در کنگره نت EFNMS 	<ul style="list-style-type: none"> • 1960 اولین اجلاس نت (توکیو) • 1962 جامعه مدیریت ژاپن گروهی را برای مطالعات نت به امریکا می فرستد • 1963 ژاپن در اجلاس بین المللی نت در ژاپن شرکت دارد • 1964-اولین جایزه PM در ژاپن اهدا می شود. • 1965- ژاپن در اجلاس بین المللی نت در نیویورک شرکت دارد • 1969-موسسه مدیران فنی در ژاپن JIPE تشکیل می شود. 	<ul style="list-style-type: none"> • 1951 شرکت Kogyo • اولین شرکت ژاپنی که از سیستم نت پیشگیرانه امریکایی پیروی کرد. • 1953 بیست شرکت تشکیل گروه تحقیقات نت پیشگیرانه می دهند. این شرکتها به موسسه نگهداری و تعمیرات صنایع ژاپن تبدیل می شوند (JIPE) • 1953 آقای George Smith برای ترویج نت پیشگیرانه از امریکا به ژاپن می رود 	اتفاقات مهم

چهار مرحله تکامل نت پیشگیرانه و موقعیت فعلی ژاپن

- تاریخچه نت ژاپن

1979	1976	شیوه	مراحل
%6/7	%12/7	تعمیر اضطراری	1
%28/8	%37/3	نت پیشگیرانه	2
%41/7	%39/4	نت بهره ور	3
%22/8	%10/6	TPM	4

- TPM و آینده نگهداری و تعمیرات:

تا سال 1970 امور نت عموماً پیشگیرانه بود ولیکن در دهه 1980 نت پیشگویانه (Predictive Maintenance)

یا نت متکی بر شرایط و وضعیت تجهیزات مطرح گردید.

در این نت پیشگویانه با استفاده از امار و اطلاعات خرابیه و علائم استهلاک می توان وضعیت تجهیزات را تشخیص داد.

عملکرد TPM

• اهداف:

- (1) حداکثر کردن اثربخشی تجهیزات
- (2) توسعه دادن سیستم نت بهره ور برای کل دوره عمر تجهیزات
- (3) درگیر نمودن کلیه بخشهای صنعت که به امور برنامه ریزی، طراحی، بهره برداری می پردازند در امور TPM
- (4) درگیر نمودن فعالانه کلیه کارکنان، مدیران، کارگران
- (5) توسعه TPM از طریق مدیریت انگیزشی (فعالیت های گروه های کوچک خود ساخته و مستقل)

	ویژگی TPM	ویژگی نت بهره ور	ویژگی نت پیشگیری
کارایی اقتصادی (نت پیشگیرانه سودمند)	•	•	•
سیستم فراگیر (MP-PM-MI)	•	•	
نت مستقل خودکار توسط اپراتورها	•		

به حد اکثر رساندن اثربخشی تجهیزات

- با استفاده از (ت هکتار):
- P تولید (کمیت)
- C هزینه
- Q کیفیت
- D تحویل بهنگام
- S ایمنی (بهداشت محسط کار)
- M روحیه، انگیزه
- جهت دستیابی به بازده مطلوب اقتصادی ، هزینه های تجهیزات را در کل دوران طول عمر (LCC) به حداقل می رسانیم

بهبود LCC

- بهبود از طریق حذف ضایعات زیر:
- توقف ماشین به علت خرابیهای اضطراری
- تنظیم و آماده سازی ماشینها برای شروع عملیات تولید
- بیکاریها و توقفات کوتاه مدت
- کاهش سرعت
- معایب و اشکالات در فرایند تولید دوباره کاریها
- افت تولید در فاصله زمانی بیت آغاز راه اندازی ماشین و رسیدن حرکات به حد تعادل و پایداری

ارتباط بین TPM، تروتکنولوژی و پشتیبانی فنی

- در تروتکنولوژی اصول مدیریت، امور مالی، مهندسی و سایر فعالیتها بر روی دارایی فیزیکی اعمال می شود تا هزینه های آن در طول عمر تجهیزات به حداقل برسد.
- در لجستیک در برگیرنده کالاهای ساخته شده، برنامه ها، اطلاعات و سیستمها می باشد
- در تروتکنولوژی تنها بر تجهیزات (دارایی فیزیکی) تاکید دارد.
- در TPM تنها استفاده کنندگان از تجهیزات تاکید دارد

معرفی TPM در کارخانه

- در ژاپن سه عامل در محیط کار جهت حذف ضایعات مد نظر می باشند.
- Yaruba شرایط مطلوب محیطی
- Yakuri روحیه وانگیزه
- Yaruude رقابت سالم
- TPM به عنوان یک سیاست اصولی در کارخانه
- در ژاپن شاخص بهره برداری از تجهیزات (OEE) بالاتر از 80% د ویا کاهش خرابی های اضطراری به میزان 50% لحاظ می شود.
- تهیه برنامه کلان TPM در یک دوره سه ساله

ساختار پیشرفت و تکامل TPM

- دستیابی به اهداف TPM از طریق گروه‌های کوچک در کلیه سطوح سازمانی
- آموزش‌های ابتدایی برای کلیه افراد در سازمان



مروری بر برنامه استقرار و تکامل TPM

- ✓ برنامه پیاده سازی متناسب با نوع صنعت، روشهای تولید، شرایط تجهیزات، مسایل و تکنیکهای خاص سازمان و سطوح نگهداری و تعمیرات در سازمان می باشد.
- ✓ اهداف درون بخشی مورد نیاز برای برنامه TPM:
 - بهبود و ارتقا اثر بخشی تجهیزات
 - نگهداری و تعمیرات خود ساخته و مستقل توسط اپراتورها
 - یک برنامه ساختار یافته توسط بخش نت کارخانه
 - آموزش بمنظور ارتقا مهارت های بهره برداری ونت
 - یک برنامه پیش هنگام برای مدیریت برتجهیزات که از بروز مشکلات .مسایل در راه اندازی کارخانه یا ماشین الات جلوگیری نماید