

Reliability

By: Nasser Hafezi-Motlagh



قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان (Reliability) یک سامانه عبارت است از احتمال این که آن سامانه تحت شرایط محیطی مشخص تا زمان t سالم باشد. با فرض این که تعداد N_0 سامانه سالم با هم شروع به کار کرده باشند:

$$R(t) = \frac{n(t)}{N_0}$$

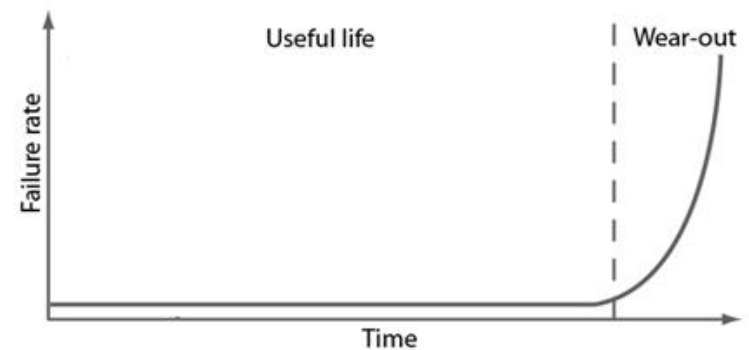
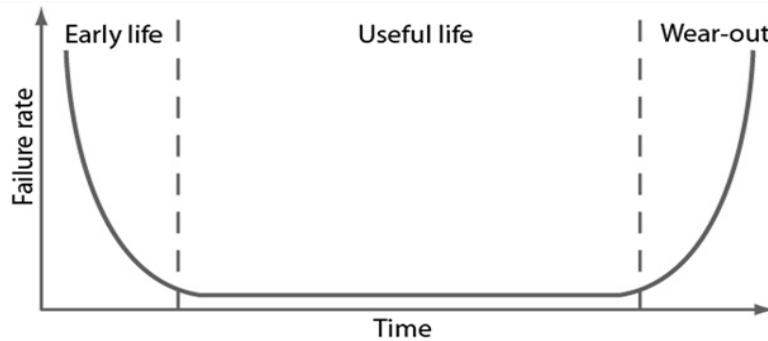
واضح است که قابلیت اطمینان یک سامانه عددی بین صفر و یک است. احتمال این که سامانه تا زمان t خراب شود را عدم اطمینان سامانه (Unreliability) می گویند:

$$F(t) = 1 - R(t)$$

قابلیت اطمینان

نرخ خرابی (Failure Rate) یک سامانه عبارت است از:

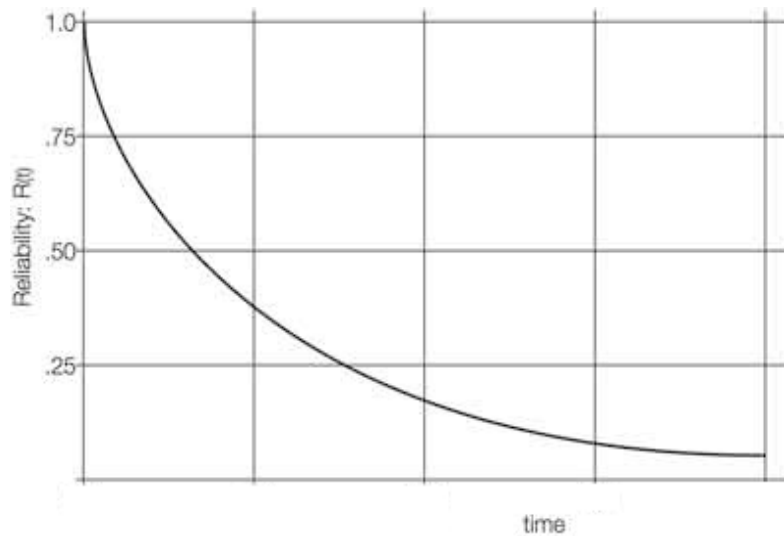
$$\lambda = \frac{n(t) - n(t + \Delta t)}{\Delta t \cdot n(t)}$$



قابليت اطمینان

$$\lambda = \frac{1}{n(t)} \times \frac{-dn(t)}{dt} \Rightarrow \frac{dn(t)}{n(t)} = -\lambda dt$$

$$n(t) = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow R(t) = \frac{n(t)}{N_0} = e^{-\lambda t}$$



$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

Mean Time to Failure

$$\lambda_{eq} = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \dots + \lambda_n$$

$$R(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \dots R_n(t)$$

قابلیت اطمینان

به منظور بهبود قابلیت اطمینان یک سامانه علاوه بر مواردی نظیر استفاده از مواد و قطعات مقاوم و دارای عمر زیاد می توان از دو یا چند سامانه به شکل موازی، همزمان یا جایگزین شونده استفاده نمود تا در صورت خرابی هر کدام، سامانه های دیگر جایگزین شوند. استفاده از دو یا چند سامانه به طور همزمان یا جایگزین شونده که هر کدام به تنهایی بتواند نیاز سامانه کلی را برآورده کند را در اصطلاح حشو (Redundancy) می نامند.

قابلیت اطمینان

در صورتی که برای سامانه‌ها قابلیت تعمیر شدن در نظر بگیریم، می‌توان برای آن‌ها پارامتری به نام قابلیت دستیابی (Availability) تعریف کرد. قابلیت دستیابی یک سامانه تعمیرپذیر (Repairable) عبارت است از احتمال این که سامانه در زمان t سالم باشد صرف نظر از این که در زمان‌های قبل از t چه مراحل را به لحاظ تعمیر یا خرابی سپری کرده باشد.

$$A(t) = \frac{\mu}{\mu + \lambda} + \frac{\lambda}{\mu + \lambda} e^{-(\mu + \lambda)t}$$

$$MTTR = \frac{1}{\mu} \quad \text{Mean Time to Repair}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} A(t) = \frac{\mu}{\mu + \lambda} = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR}$$

Long Term Availability

قابلیت اطمینان

مثال ۱: اگر مقدار MTTF یک دستگاه اندازه‌گیری ۵۰۰۰۰ ساعت باشد، احتمال این‌که دستگاه در ۱۰۰۰۰ ساعت اول کار خراب شود، چقدر است؟

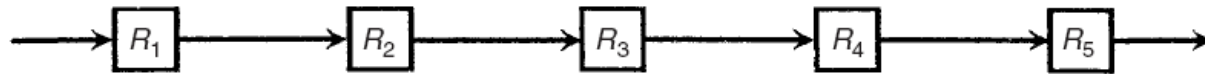
$$R(t) = e^{-\lambda t} = e^{\frac{-t}{MTTF}} = e^{-0.2} = 0.81$$

$$\Rightarrow F(t) = 1 - R(t) = 0.19$$

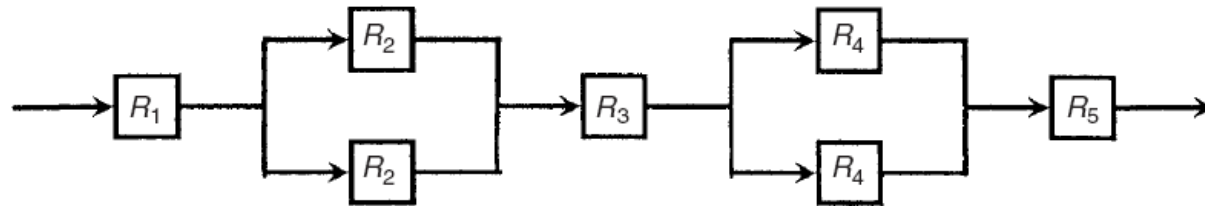
مثال ۲: ثابت کنید در یک مجموعه از سامانه‌های موازی، عدم اطمینان کل برابر حاصل ضرب عدم اطمینان تک‌تک سامانه‌ها است.

قابلیت اطمینان

مثال ۳: در شکل زیر اگر قابلیت اطمینان سامانه‌های شماره ۱، ۳ و ۵ برابر با ۰/۹۹ و قابلیت اطمینان سامانه‌های شماره ۲ و ۴ برابر با ۰/۹۵ باشد، قابلیت اطمینان دو سامانه a و b را به دست آورید. از اعداد به دست آمده چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؟



(a)



(b)

References

- ۱- حافظی مطلق، ناصر. ابزار دقیق و اندازه‌گیری الکترونیکی. انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران: ۱۳۹۵.
- ۲- رضایی، امیرحسین. ذهابی، محمدرضا. اندازه‌گیری الکترونیکی. دانش نگار، تهران: ۱۳۸۶.
- ۳- عشریه، جعفر. اصول اندازه‌گیری الکترونیکی. مرکز علمی کاربردی سازه‌های سنگین، مازندران: ۱۳۸۷.
- ۴- تهامی، سیداحسان. حافظی مطلق، ناصر. داوری‌نیا، فاطمه. مقدمه‌ای بر مهندسی پزشکی، درس‌نامه به همراه پاسخ تشریحی سؤالات آزمون‌های کارشناسی ارشد و دکتری دانشگاه سراسری، دانشگاه آزاد اسلامی و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. چاپ سوم، گسترش علوم پایه، تهران: ۱۳۹۶.