

## Fehlerwahrscheinlichkeiten

Wahrscheinlichkeit der Verfügbareit

$$v = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

Wahrscheinlichkeit der Unverfügbareit

$$u = \frac{\text{MTTR}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

MTBF: meantime between failure

MTTR: meantime to repair

Ausfallrate:  $\lambda = \text{MTBF}^{-1}$

$m \vee n$	$P(\text{System ist verfügbareit})$	$P(\text{System ist unverfügbareit})$
1 $\vee$ 2	$V = v^2 + 2 u v$	$U = u^2$
2 $\vee$ 2	$V = v^2$	$U = u^2 + 2 u v$
1 $\vee$ 3	$V = v^3 + 3 u v^2 + 3 u^2 v$	$U = u^3$
2 $\vee$ 3	$V = v^3 + 3 u v^2$	$U = u^3 + 3 u^2 v$
3 $\vee$ 3	$V = v^3$	$U = u^3 + 3 u^2 v + 3 u v^2$
1 $\vee$ 4	$V = v^4 + 4 u v^3 + 6 u^2 v^2 + 4 u^3 v$	$U = u^4$
2 $\vee$ 4	$V = v^4 + 4 u v^3 + 6 u^2 v^2$	$U = u^4 + 4 u^3 v$
3 $\vee$ 4	$V = v^4 + 4 u v^3$	$U = u^4 + 4 u^3 v + 6 u^2 v^2$
4 $\vee$ 4	$V = v^4$	$U = u^4 + 4 u^3 v + 6 u^2 v^2 + 4 u v^3$

Allgemein:

$$V = \sum_{k=m}^n \binom{n}{k} v^k u^{n-k} = \sum_{k=0}^{n-m} \binom{n}{k} u^k v^{n-k}$$

$$U = \sum_{k=0}^{m-1} \binom{n}{k} v^k u^{n-k} = \sum_{k=n-m+1}^n \binom{n}{k} u^k v^{n-k}$$

$$U + V = 1$$

### Gefährliche Fehler:

Verfügbar, wenn mindestens  $m$  Teilsysteme verfügbar sind. Unverfügbar, wenn  $m - 1$  oder weniger Teilsysteme verfügbar sind oder wenn  $n - (m - 1)$  oder mehr Teilsysteme ausgefallen sind.

$$U_{m \vee n} = \sum_{k=n-m+1}^n \binom{n}{k} u^k v^{n-k}$$

### Ungefährliche Fehler:

Ausfall ist dann gegeben, wenn ein ungewollter Prozesseingriff erfolgt, d.h. wenn mindestens  $m$  Teilsysteme einen unnötigen Eingriff fordern

$$U_{m \vee n} = \sum_{k=m}^n \binom{n}{k} u^k v^{n-k}$$

Komponenten in Reihe: Verfügbarkeiten multiplizieren sich

Komponenten parallel: Unverfügbarkeiten multiplizieren sich

$m \vee n$	gefährliche Fehler	ungefährliche Fehler
1 v 2	$U = u^2$	$\underline{U} = \underline{u}^2 + 2 \underline{u} \underline{v}$
2 v 2	$U = u^2 + 2 u v$	$\underline{U} = \underline{u}^2$
1 v 3	$U = u^3$	$\underline{U} = \underline{u}^3 + 3 \underline{u}^2 \underline{v} + 3 \underline{u} \underline{v}^2$
2 v 3	$U = u^3 + 3 u^2 v$	$\underline{U} = \underline{u}^3 + 3 \underline{u}^2 \underline{v}$
3 v 3	$U = u^3 + 3 u^2 v + 3 u v^2$	$\underline{U} = \underline{u}^3$
1 v 4	$U = u^4$	$\underline{U} = \underline{u}^4 + 4 \underline{u}^3 \underline{v} + 6 \underline{u}^2 \underline{v}^2 + 4 \underline{u} \underline{v}^3$
2 v 4	$U = u^4 + 4 u^3 v$	$\underline{U} = \underline{u}^4 + 4 \underline{u}^3 \underline{v} + 6 \underline{u}^2 \underline{v}^2$
3 v 4	$U = u^4 + 4 u^3 v + 6 u^2 v^2$	$\underline{U} = \underline{u}^4 + 4 \underline{u}^3 \underline{v}$
4 v 4	$U = u^4 + 4 u^3 v + 6 u^2 v^2 + 4 u v^3$	$\underline{U} = \underline{u}^4$
1 v 5	$U = u^5$	$\underline{U} = \underline{u}^5 + 5 \underline{u}^4 \underline{v} + 10 \underline{u}^3 \underline{v}^2 + 10 \underline{u}^2 \underline{v}^3 + 5 \underline{u} \underline{v}^4$
2 v 5	$U = u^5 + 5 u^4 v$	$\underline{U} = \underline{u}^5 + 5 \underline{u}^4 \underline{v} + 10 \underline{u}^3 \underline{v}^2 + 10 \underline{u}^2 \underline{v}^3$
3 v 5	$U = u^5 + 5 u^4 v + 10 u^3 v^2$	$\underline{U} = \underline{u}^5 + 5 \underline{u}^4 \underline{v} + 10 \underline{u}^3 \underline{v}^2$
4 v 5	$U = u^5 + 5 u^4 v + 10 u^3 v^2 + 10 u^2 v^3$	$\underline{U} = \underline{u}^5 + 5 \underline{u}^4 \underline{v}$
5 v 5	$U = u^5 + 5 u^4 v + 10 u^3 v^2 + 10 u^2 v^3 + 5 u v^4$	$\underline{U} = \underline{u}^5$

### CRC-Check

$P(x)$ : Polynom; Grad ( $P$ ) =  $n$

$G(x)$ : Generatorpolynom; Grad ( $G$ ) =  $m$

$$\text{CRC} = [P(x) \cdot x^m] \text{ mod } G(x)$$

CRC wird an  $P(x)$  angehängt und übertragen. Empfänger dividiert empfangenes Wort durch  $G(x)$ .

⇒

$R(x) \neq 0 \Rightarrow$  Fehler aufgetreten

$R(x) = 0 \Rightarrow$  mit hoher Wahrscheinlichkeit kein Fehler aufgetreten

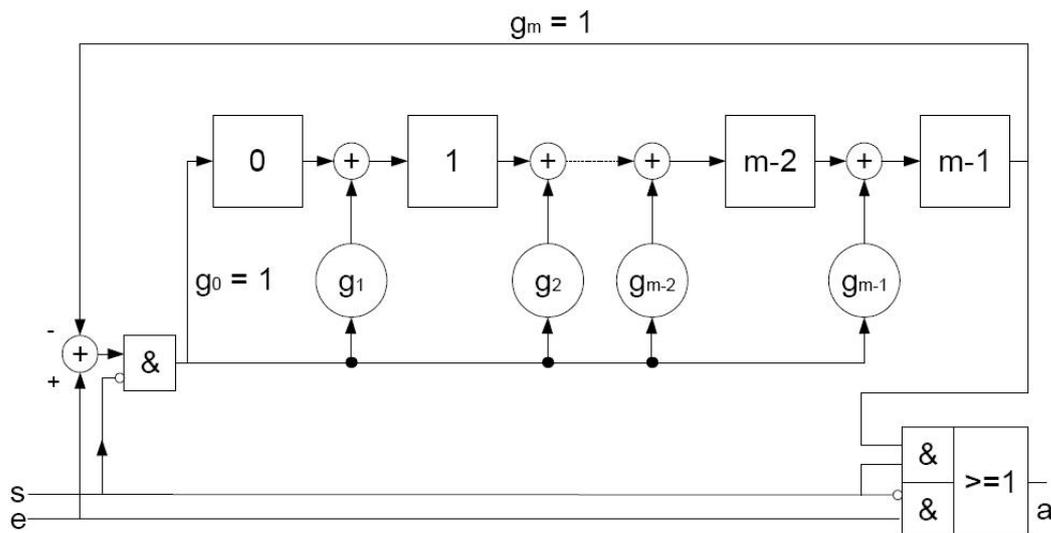


Abbildung 0.1: Schaltung zur CRC-Berechnung