

# Digitala kommunikationssystem i impulsrik miljö IEEE-möte, Karlskrona

Dr. Kia Wiklundh

Swedish Defence Research Agency  
Dept. of Radio and Comm. Syst

Presented by Peter Stenumgaard.

# Innehåll

- Digitala radiosystem
- Impulsaktiga störningar
- Påverkan på digitala kommunikationssystem
  - Impulsaktiga störningar vs AWGN
  - Åtgärder: kodning, avkodningssätt, interleaving
  - AWGN-approximationen
  - ICF
- Sammanfattning

# Digitala kommunikationssystem

- Digital information, 1:or och 0:r
- Prestandamått, bit error probability (BEP)
- Hela meddelanden:

111010100101011000 tolkas som information

Medelfelsannolikheten styr prestanda, statistiskt

# Impulsaktiga störningar 1(2)

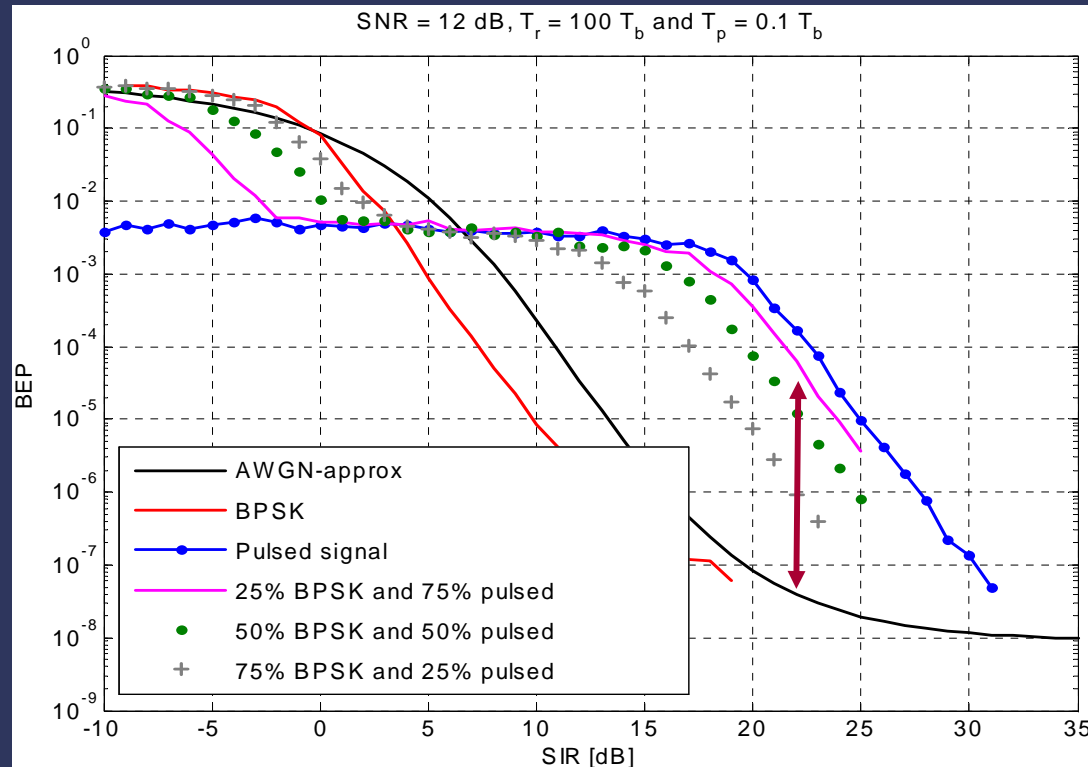
- ❖ Ex på störningskällor: mikrovågsugnar, störningar från motorer, högspänningsledningar, ...
- ❖ Ex på störningsmiljöer: trafikerade vägar, industrimiljöer, ...
- ❖ COTS-produkter (tex datorer och WLAN) ger höga störningsnivåer
- ❖ Viktig information om störningarna:
  - ❖ Störningseffekt
  - ❖ Vågformen
  - ❖ Skilja mellan impulser spridda i tid och impulser som bildar skurar

# Impulsaktiga störningar 2(2)

- Hur bör man mäta störningssignaler för att avgöra påverkan på digitala radiosystem?
  - Fånga upp de tre viktiga egenskaperna: effekt, signalens vågform (gärna statistik av amplituden), information om hur impulserna kommer i tid
  - RMS-detektor och APD-detektion (Amplitude probability distribution)
  - Standardisering av mätmetoder med RMS- och APD-detektorn på gång inom CISPR
- Endast störningseffekt räcker inte! Kan ge grova underskattningar av påverkan
- Quasi-peak detektorn ger inte information om hur en digital radio påverkas

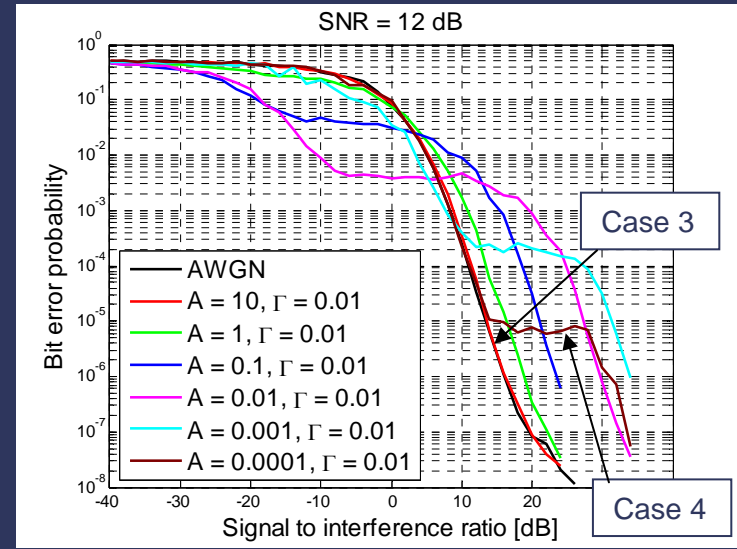
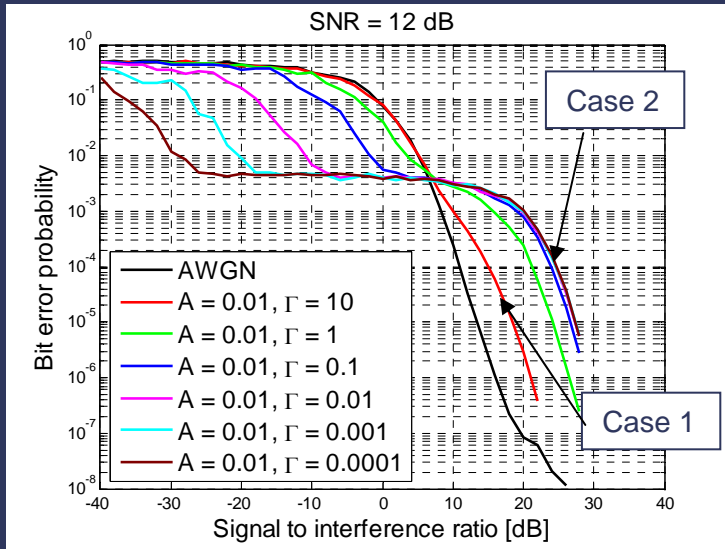
# Påverkan på digitala radiosystem

- Impulsaktigt brus och Normalfördelat (Gaussiskt) brus påverkar ett radiosystem på olika sätt



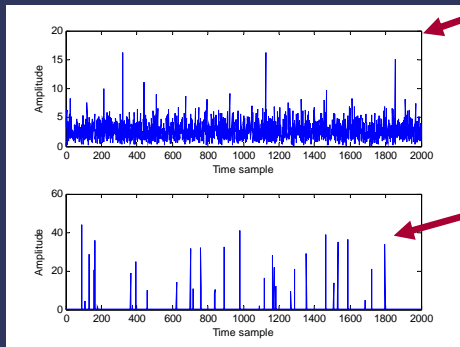
Sara Linder, FOI

# Olika störningssignaler påverkar olika mycket



Case 1

$A = 0.01, \Gamma = 10$

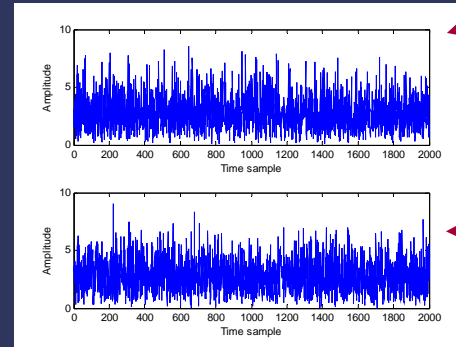


Case 2

$A = 0.01, \Gamma = 0.0001$

Case 3

$A = 10, \Gamma = 0.01$



Case 4

$A = 0.0001, \Gamma = 0.01$

# Påverkan på digitala radiosystem

- ❖ Olika sätt för att ta hand om störningar
  - ❖ Kodning för att korrigera felaktiga bitar
  - ❖ Olika former av avkodning: mjuk, hård och kvantiserad avkodning
  - ❖ Limiter
  - ❖ Interleaving
- ❖ Impulsaktigt brus: hård avkodning eller limiter oftast bäst
- ❖ Impulsaktigt brus som uppträder i skurar kräver en interleaver/deinterleaver

# Interleaving

Puls



Puls

1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7



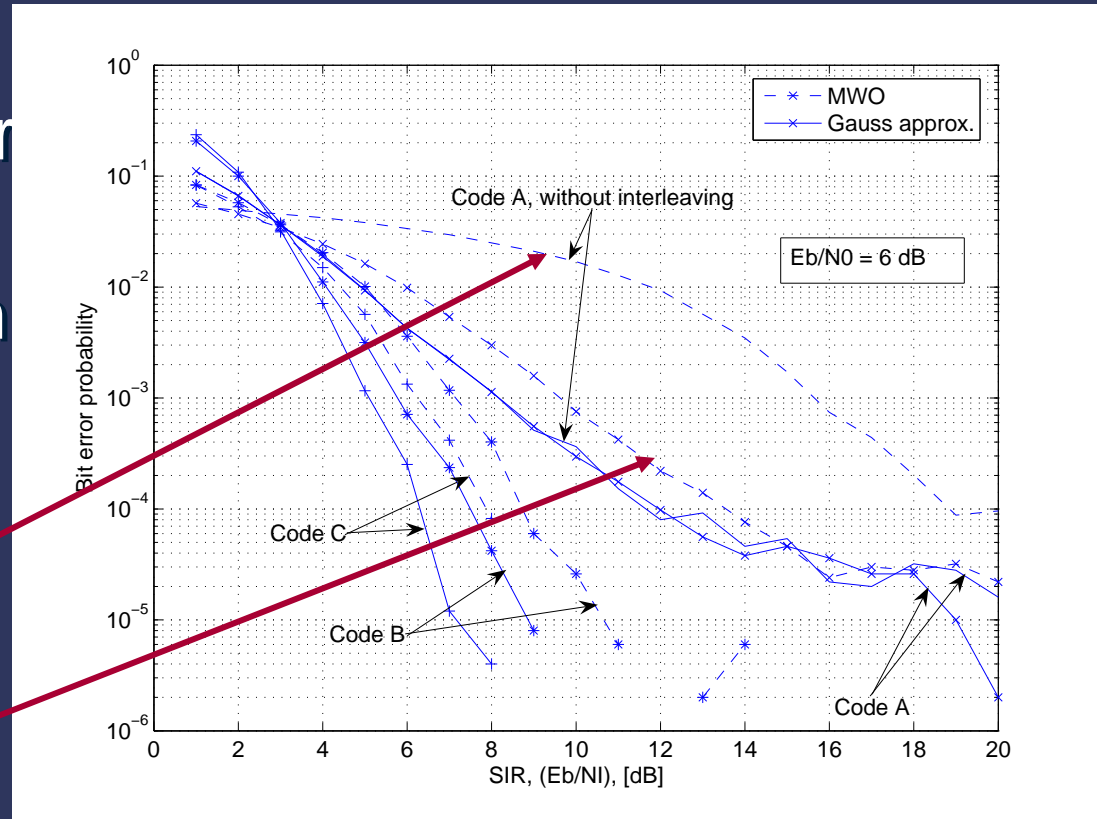
# Kodning med/utan interleaving

❖ Mikrovågsugnen orsakar skurfel

❖ Interleavern sprider ut skurfelen som gör att kodning kan rätta stor del av felen

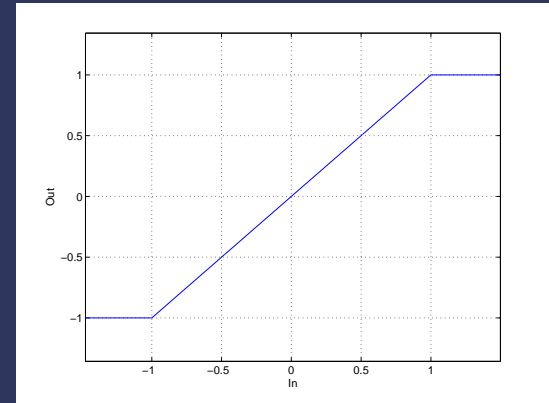
Mikrovågsugn (impulsaktig, skurar), kodning och utan interleaving

Mikrovågsugn, kodning med interleaving



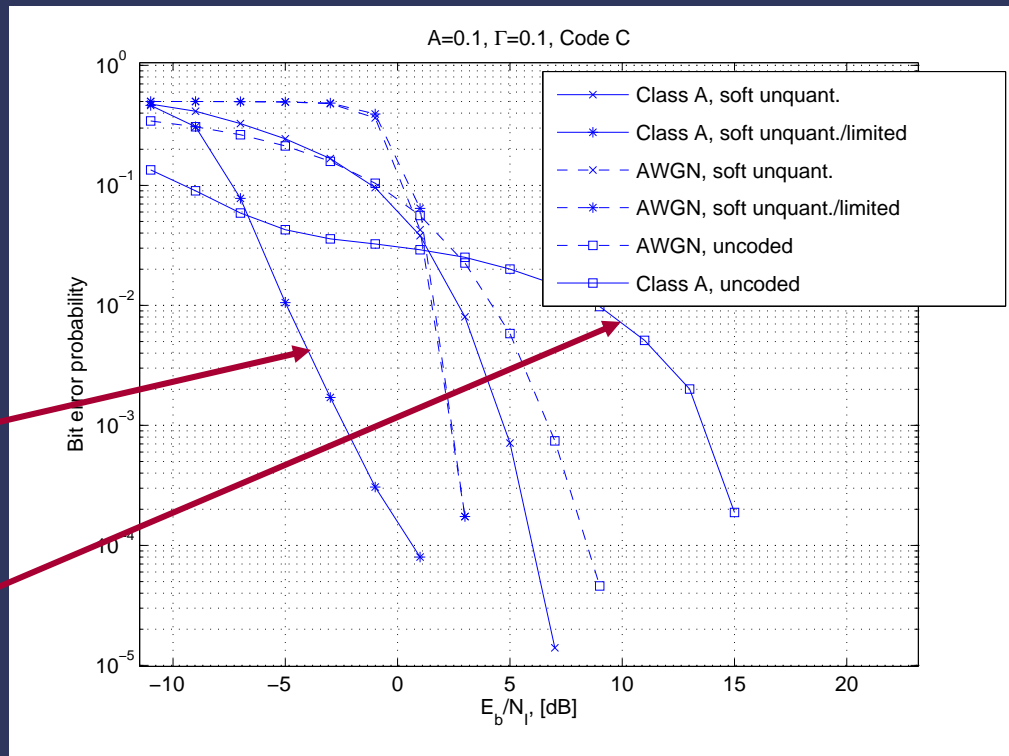
# Kodning och limiter

- Impulserna kapas mha limitern, kodningen rättar stor del av de fel som uppstår



Kodning och limiter

Ingen kodning eller limiter

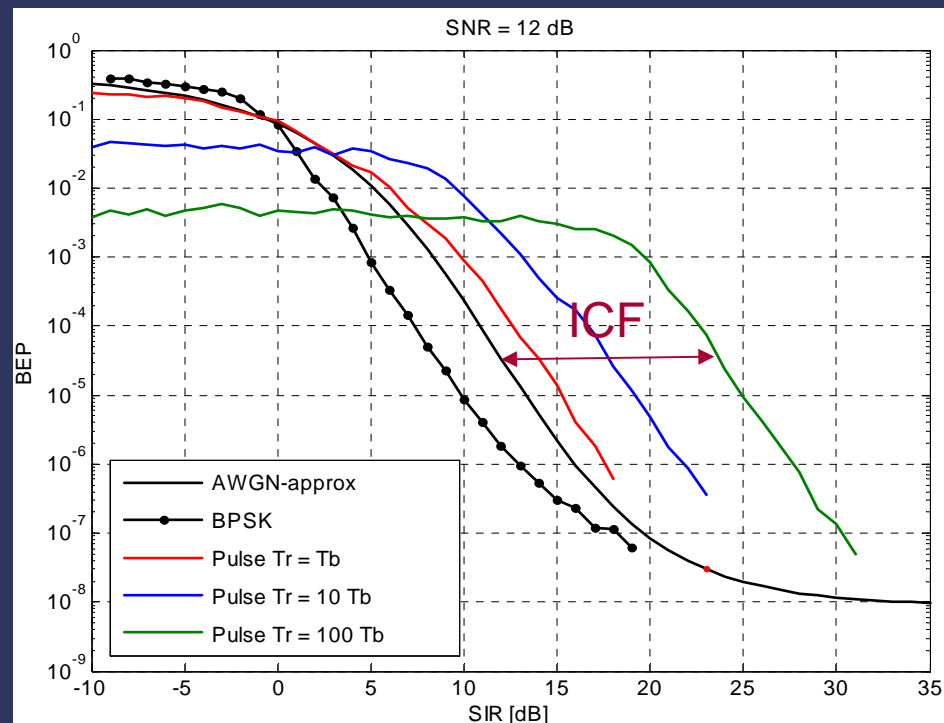


# Gaussapproximation

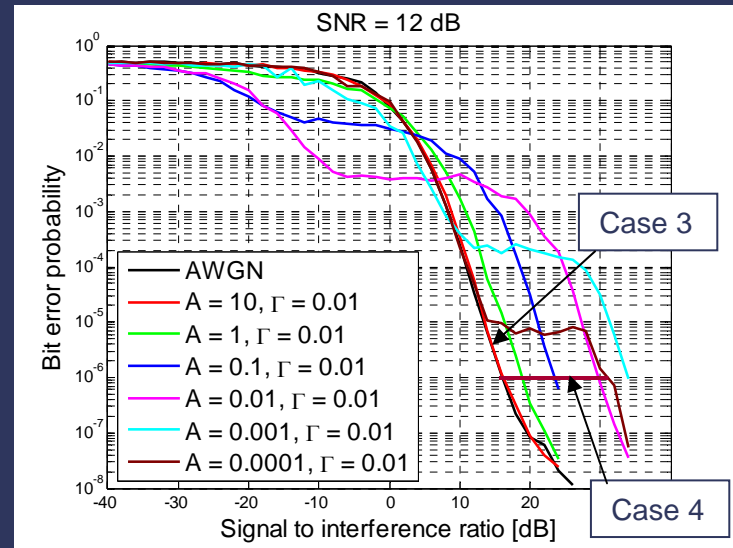
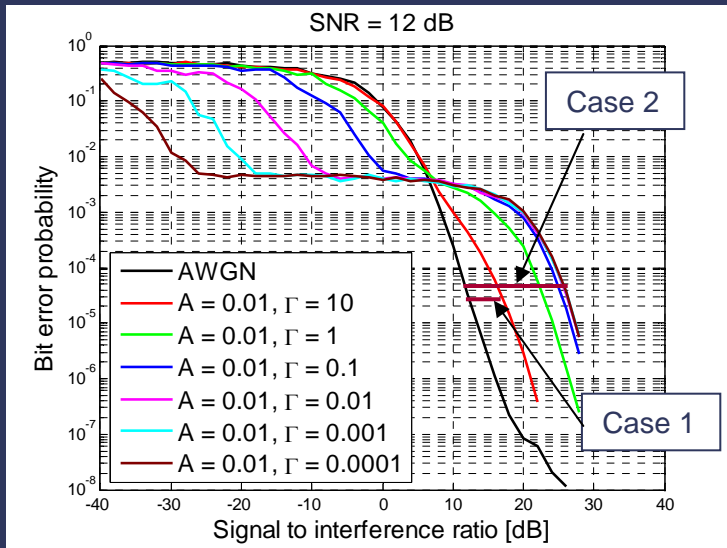
- ❖ Approx. störningssignalen som en Gaussisk process
- ❖ Gaussapproximation standard vid beräkningar av BEP
- ❖ Fungerar ibland, men inte för impulsaktiga eller repetitiva störningar
- ❖ Gaussapproximationen kan användas om den modifieras (tex med en *Impulsiveness Correction Factor*)

# Impulsiveness correction factor, ICF

- ❖ Korrigering av (signal-to-interference ratio) SIR i AWGN-approximationen



# ICF för olika störningssignaler



## Case 1

$A = 0.01, \Gamma = 10$   
 Desired ICF = 5.11 dB  
 IR = 1.24 dB

## Case 2

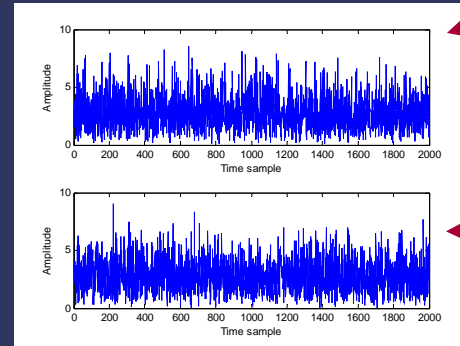
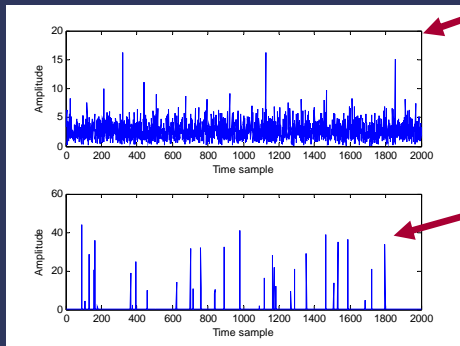
$A = 0.01, \Gamma = 0.0001$   
 Desired ICF = 14.04 dB  
 IR = 18.07 dB

## Case 3

$A = 10, \Gamma = 0.01$   
 Desired ICF = 0.15 dB  
 IR = 1.11 dB

## Case 4

$A = 0.0001, \Gamma = 0.01$   
 Desired ICF = 14.21 dB  
 IR = 1.79 dB



# Sammanfattning

- ❖ Impulsaktiga störningar ger större påverkan på digitala radiosystem än många andra störningaformer
- ❖ Impulsaktig störningsmiljö kräver speciell design av radiosystemet: kodning, hård avkodning eller limiter, interleaving vid skurar
- ❖ Mätning av impulsaktig störningsmiljö: effekt, störningsvågform och hur impulserna är utspridda i tid