Inhoudsopgave

[Decimale stelsel - DEC 4](#_Toc160978405)

[Voorbeeld Decimale stelsel 4](#_Toc160978406)

[Binaire getal stelsel - BIN 5](#_Toc160978407)

[Voorbeeld Binaire getal stelsel 5](#_Toc160978408)

[Octaal stelsel - OCT 6](#_Toc160978409)

[Voorbeeld - Octaal stelsel 6](#_Toc160978410)

[Hexadecimaal stelsel - HEX 7](#_Toc160978411)

[Voorbeeld Hexadecimaal stelsel 7](#_Toc160978412)

[Oefeningen: oplossingen 8](#_Toc160978413)

[Verbanden 9](#_Toc160978414)

[Voorbeelden verbanden BIN/OCT/HEX 9](#_Toc160978415)

[Omzettingen 10](#_Toc160978416)

[Geheel getal: DEC ⭢ BIN 10](#_Toc160978417)

[Geheel getal: DEC ⭢ OCT 10](#_Toc160978418)

[Geheel getal: DEC ⭢ HEX 10](#_Toc160978419)

[Fractionele getallen 11](#_Toc160978420)

[decimale talstelsel: 11](#_Toc160978421)

[analoog in binaire talstelsel: 11](#_Toc160978422)

[Oefeningen 12](#_Toc160978423)

[Logische functie 13](#_Toc160978424)

[AND (EN) 13](#_Toc160978425)

[OR (OF) 13](#_Toc160978426)

[NOT (NIET) 14](#_Toc160978427)

[NOR (NOF) 14](#_Toc160978428)

[NAND (nen) 15](#_Toc160978429)

[XOR (XOF) 15](#_Toc160978430)

[XNOR (XNOF) 15](#_Toc160978431)

[Logische symbolen 16](#_Toc160978432)

[Pulsdiagram 18](#_Toc160978433)

[Basisfuncties: extra IEC-symbolen 19](#_Toc160978434)

[Prioriteiten 20](#_Toc160978435)

[Rekenregels 20](#_Toc160978436)

[Commutatieve wetten 20](#_Toc160978437)

[Associatieve wetten 21](#_Toc160978438)

[Distributieve wetten 21](#_Toc160978439)

[De Morgan: EN ⭢ OF 21](#_Toc160978440)

[ABSORPTIEWET 22](#_Toc160978441)

[Origineel schema Atari ‘Pong’ 23](#_Toc160978442)

[SoP: Sum of Products 24](#_Toc160978443)

[PoS: Voorbeeld *Product of Sums* 25](#_Toc160978444)

[Implementatie van logische functies 26](#_Toc160978445)

[Compacte IEC-tekenwijze 26](#_Toc160978446)

[Karnaugh-kaart 27](#_Toc160978447)

[Vorm Karnaugh-kaart 27](#_Toc160978448)

[Lokaliseren van de vakken 28](#_Toc160978449)

[Andere voorstellingswijzen (vb. bij K4-map) 28](#_Toc160978450)

[Nummering van de vakken 29](#_Toc160978451)

[Groeperen van vakken 30](#_Toc160978452)

[Vereenvoudigen van functies 32](#_Toc160978453)

[Gebieden AND-en of OR-en 33](#_Toc160978454)

[Quine Mc-Cluskey (niet kennen) 33](#_Toc160978455)

[Invullen van de Karnaugh-kaart 34](#_Toc160978456)

[Don’t cares 34](#_Toc160978457)

[Definities 35](#_Toc160978458)

[Codering van getallen 36](#_Toc160978459)

[Natuurlijke getallen 36](#_Toc160978460)

[Gehele getallen 36](#_Toc160978461)

[Rationale getallen 37](#_Toc160978462)

[Codering van gehele getallen: 37](#_Toc160978463)

[2’s complement 37](#_Toc160978464)

[Compinc 37](#_Toc160978465)

[van positief naar negatief 37](#_Toc160978466)

[van negatief naar positief 38](#_Toc160978467)

[Codes 38](#_Toc160978468)

[Eigenschappen 38](#_Toc160978469)

[gewogen codes (*weighted code*) 38](#_Toc160978470)

[Zelfcomplementerende code (self complementary code, self complementing code) 38](#_Toc160978471)

[Eén-wisselcode of cyclische code 39](#_Toc160978472)

[Reflecterende code 39](#_Toc160978473)

[BCD-code 39](#_Toc160978474)

[excess-3 code 39](#_Toc160978475)

[Gray-code 40](#_Toc160978476)

[samenvatting 40](#_Toc160978477)

[Combinatorische schakelingen 41](#_Toc160978478)

[codeomvormer 41](#_Toc160978479)

[decoder 41](#_Toc160978480)

[7 – segment 41](#_Toc160978481)

[duty-cycle δ 44](#_Toc160978482)

[1 uit 4 decoder 44](#_Toc160978483)

[BCD/DEC decoder 45](#_Toc160978484)

[encoder 46](#_Toc160978485)

[multiplexer 46](#_Toc160978486)

[demultiplexer 46](#_Toc160978487)

[Afkortingen 46](#_Toc160978488)

# Afbeelding met tekst, Lettertype, schermopname, lijn Automatisch gegenereerde beschrijvingDecimale stelsel - DEC

Afbeelding met tekst, Lettertype, schermopname, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijving

## Afbeelding met tekst, schermopname, Lettertype, lijn Automatisch gegenereerde beschrijvingVoorbeeld Decimale stelsel

# Binaire getal stelsel - BIN

Afbeelding met tekst, schermopname, lijn, Lettertype

Automatisch gegenereerde beschrijving

**bit = binary digit**

**nibble = groep van 4 bits**

**byte = groep van 2 nibbles of 8 bits**

Afbeelding met Lettertype, schermopname, lijn, tekst

Automatisch gegenereerde beschrijving

## Voorbeeld Binaire getal stelsel

BIN - > DEC 1101 [bin]

Afbeelding met tekst, schermopname, lijn, Lettertype

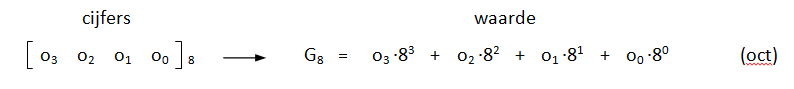
Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met tekst, schermopname, diagram, nummer

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met tekst, schermopname, nummer, Lettertype

Automatisch gegenereerde beschrijvingBIN -> DEC 10110111[bin] 8-bit of 1 byte

# Afbeelding met tekst, schermopname, Lettertype, lijn Automatisch gegenereerde beschrijvingOctaal stelsel - OCT



## Voorbeeld - Octaal stelsel

Afbeelding met tekst, schermopname, Lettertype, nummer

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met tekst, Lettertype, schermopname, handschrift

Automatisch gegenereerde beschrijvingOCT -> BIN 6732 [OCT]

# Hexadecimaal stelsel - HEX

Afbeelding met tekst, Lettertype, schermopname, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met tekst, schermopname, Lettertype, lijn

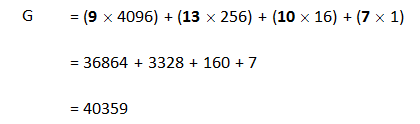
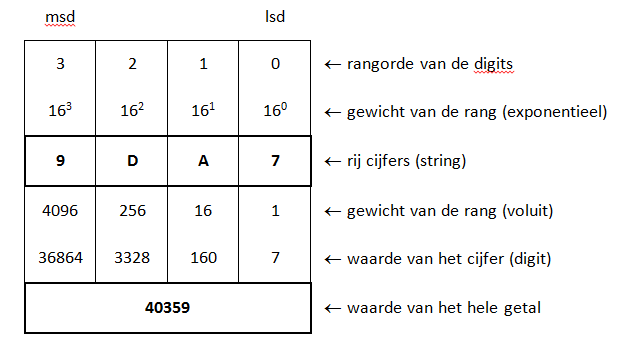
Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met lijn, schermopname, Perceel, Lettertype

Automatisch gegenereerde beschrijving

## Voorbeeld Hexadecimaal stelsel

HEX -> DEC 9DA7



= 4035910

**Het grootste HEX getal van 4 cijfers:**



**De waarde is:**





# Oefeningen: oplossingen

|  |  |
| --- | --- |
| 1. **Welk gewicht heeft de hoogste digit in een hex getal van 2 cijfers?**   **16** | **(16)** |
| 1. **Wat is de grootste waarde die een hex getal van 4 digits kan weergeven?**   **65535** | 1. **(65535)** |
| 1. **Welke getalwaarde heeft EB 16?**   **235** | 1. **(235)** |
| 1. **Welke waarde stelt CAFE16 voor?**   **51966** | 1. **(51966)** |
| 1. **Welk bereik heeft een hex getal van 3 digits?**   **0 t/m 4095** | 1. **(0 t/m 4095)** |
| 1. **Wat betekent FF16?**   **255** | 1. **(255)** |
| 1. **Welke getalwaarde stelt 6416 voor?**   **100** | 1. **(100)** |
| 1. **Wat is de betekenis van 4016?**   **64** | 1. **(64)** |

# Verbanden

Afbeelding met schermopname, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijving**OCT ⭤ BIN ⭤ HEX**

**= OCT**

**= BIN**

**= HEX**

**Bemerk: een nibble wordt voorgesteld door één hexadecimaal cijfer.**

## Voorbeelden verbanden BIN/OCT/HEX

Afbeelding met tekst, Lettertype, schermopname, wit

Automatisch gegenereerde beschrijving

**BIN ⭢ OCT**

**BIN ⭢ HEX**



**HEX ⭢ BIN**

**HEX ⭢ OCT** D316 = 1101 00112 = 3238

Afbeelding met tekst, Lettertype, schermopname, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijving

**OCT ⭢ BIN**

**OCT ⭢ HEX**

Afbeelding met tekst, schermopname, Lettertype, nummer

Automatisch gegenereerde beschrijving

# Omzettingen

## Geheel getal: DEC ⭢ BIN

Afbeelding met tekst, Lettertype, diagram, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijving

## Geheel getal: DEC ⭢ OCT

92 [dec] = 134 [oct]

Afbeelding met tekst, ontvangst, Lettertype, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijving

## Geheel getal: DEC ⭢ HEX

190[dec] = BE [HEX]

Afbeelding met tekst, Lettertype, ontvangst, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijving

# Fractionele getallen

‘fractioneel’ = getallen kleiner dan 1

## decimale talstelsel:

Afbeelding met tekst, schermopname, lijn, Lettertype

Automatisch gegenereerde beschrijving

## analoog in binaire talstelsel:

Afbeelding met tekst, schermopname, lijn, Lettertype

Automatisch gegenereerde beschrijving

**BIN ⭢ DEC**

Methode 1: de fractie F = 0,11012 in de bovenstaande bitstring betekent dus:

F = 1× 0,5 + 1× 0,25 + 0× 0,125 + 1× 0,0625 = 0,8125

Methode 2: een snellere manier om ditzelfde resultaat te vinden gaat als volgt:

F = 13 / 16 = 0,8125

**DEC ⭢ BIN**

**0,62510 = 0,1012**

Afbeelding met tekst, diagram, lijn, Lettertype

Automatisch gegenereerde beschrijving

**Aandacht: de komma (of punt) wordt alleen in de tekstvorm expliciet genoteerd, maar in een digitaal systeem wordt deze niet aangeduid.**

# Oefeningen

**Een meerderjarige vriend zijn verjaardag is uniek. Zijn hexadecimale leeftijd is dezelfde als decimaal in omgekeerde volgorde (ook omgekeerd geldig). Wat is zijn leeftijd?**

**24**

**Bestaat er ook zo’n leeftijd in het octale stelsel?**

**24**

# Logische functie

## **Afbeelding met symbool, cirkel, ontwerp Automatisch gegenereerde beschrijving**AND (EN)

**Afbeelding met tekst, schermopname, diagram, software

Automatisch gegenereerde beschrijvingY = A.B**

**Waarheidstabel (= WT) – AND (EN)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **MSB** | **LSB** |  |
| **B** | **A** | **Y** |
| **0** | **0** | **0** |
| **0** | **1** | **0** |
| **1** | **0** | **0** |
| **1** | **1** | **1** |

## 

## OR (OF)

**Y = A+B**

Afbeelding met diagram, symbool, lijn, ontwerp

Automatisch gegenereerde beschrijving

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **MSB** | **LSB** |  |
| **B** | **A** | **Y** |
| **0** | **0** | **0** |
| **0** | **1** | **1** |
| **1** | **0** | **1** |
| **1** | **1** | **1** |

## Afbeelding met Rechthoek, nummer, lijn, plein Automatisch gegenereerde beschrijvingNOT (NIET)

Afbeelding met lijn, ontwerp

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met lijn, diagram, Lettertype, ontwerp

Automatisch gegenereerde beschrijving

**Andere notaties:**

**Afbeelding met benen

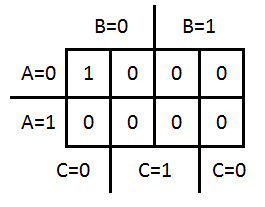
Beschrijving automatisch gegenereerd met gemiddelde betrouwbaarheid = A’ = /A = NOT A**

**Letter overstrepen in Word: typ letter en druk dan op ALT+772 (je kan dit herhalen voor meerdere streepjes boven elkaar bij slechts één letter)**

## NOR (NOF)

Afbeelding met Lettertype, tekst, nummer, lijn

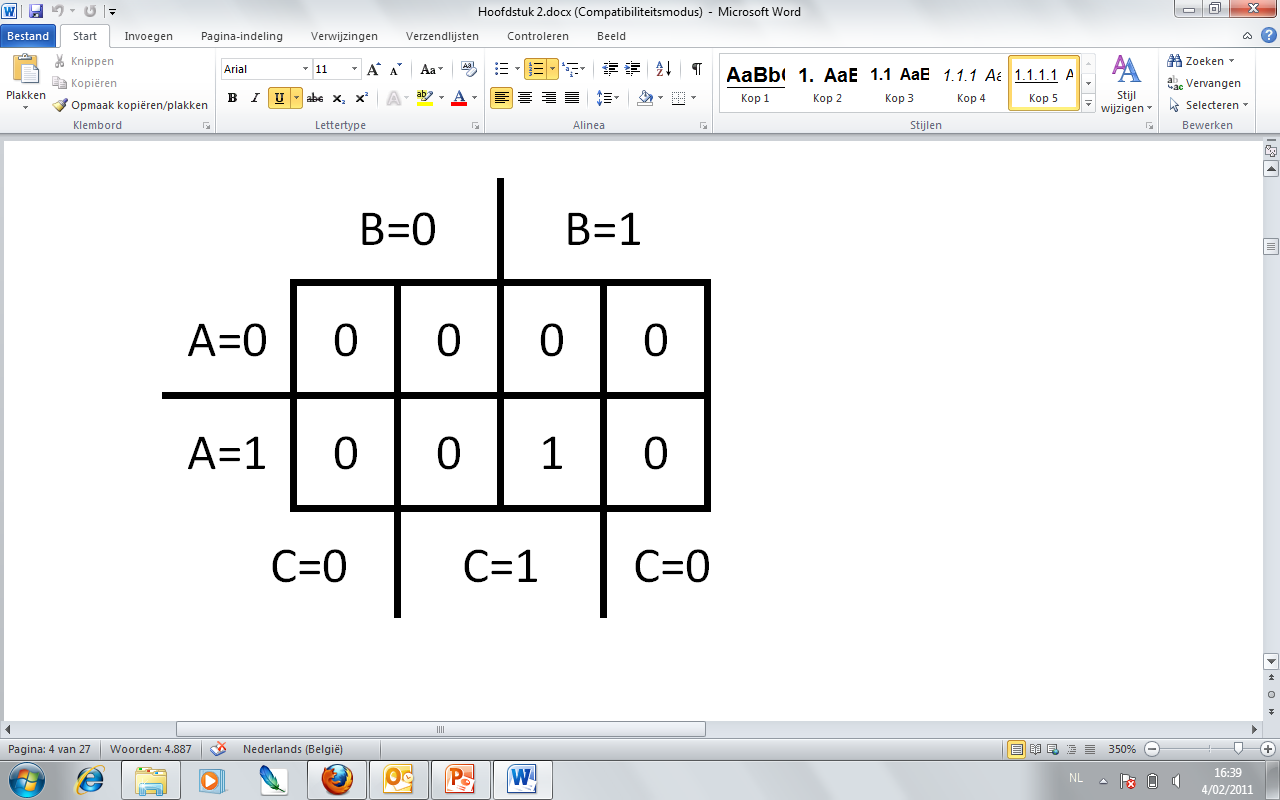
Automatisch gegenereerde beschrijving



Afbeelding met schermopname, nummer, plein, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijving

## Electroblocks (Logische poorten)NAND (nen)



1

1

1

1

1

0

1

1

## XOR (XOF)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **B** | **A** | **Y** |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

Afbeelding met diagram, lijn, Lettertype, nummer

Automatisch gegenereerde beschrijving

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **B** | **A** | **Y** |
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

## XNOR (XNOF)

Afbeelding met lijn, schermopname, diagram, Lettertype

Automatisch gegenereerde beschrijving

# Logische symbolen

**Normen:**

“Rechthoekige”: **IEC** = International Electrotechnical Commission

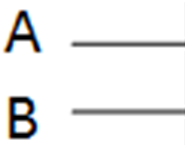
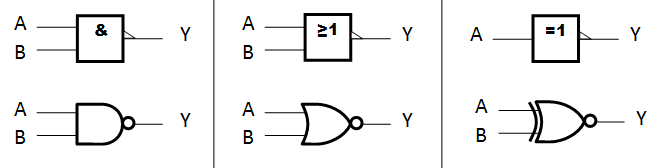
“Afgeronde”: **ANSI (of MIL)** = American National Standards Institute

Afbeelding met diagram, lijn, Plan, Lettertype

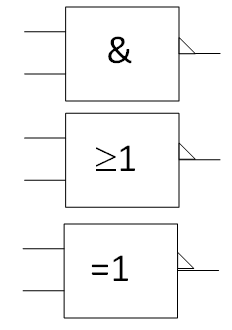
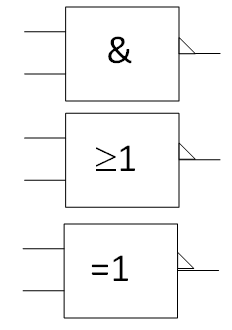
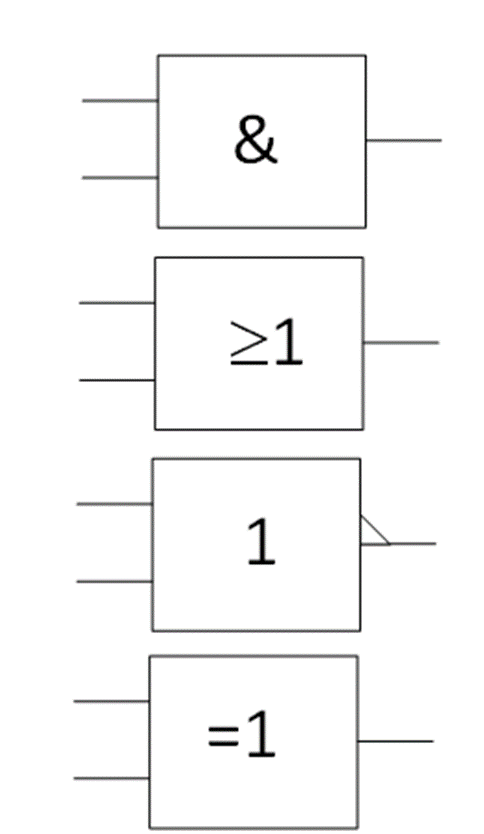
Automatisch gegenereerde beschrijving

AND OR NOT

NAND NOR XNOR



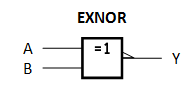
* And port
* Or port
* Not Port
* XOR port
* NAND port
* NOR port
* XNOR port



## 1-bit comparator

schakeling maken met uitgang **Y = 1 als A = B** Afbeelding met schermopname, lijn, Rechthoek, plein

Automatisch gegenereerde beschrijving



**XNOR**

## n-bits comparator

poortschema IEC-schemasymbool

Afbeelding met tekst, diagram, schets

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met diagram, Plan, Technische tekening, schets

Automatisch gegenereerde beschrijving

## Afbeelding met tekst, schermopname, Lettertype, nummer Automatisch gegenereerde beschrijvingMagnitude comparator

Afbeelding met diagram, lijn, Plan, Technische tekening

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met tekst, Lettertype, nummer, diagram

Automatisch gegenereerde beschrijving

## Half adder

Afbeelding met schermopname, nummer, lijn, Rechthoek

Automatisch gegenereerde beschrijvingHalf adder = HA = halve optelschakeling

Afbeelding met tekst, Lettertype, nummer, typografie

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met diagram, lijn, schermopname, Lettertype

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met diagram, lijn, Plan, Technische tekening

Automatisch gegenereerde beschrijving poortschema IEC-schemasymbool

## Full adder

Afbeelding met tekst, Lettertype, wit, typografie

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met schermopname, nummer, lijn, Rechthoek

Automatisch gegenereerde beschrijvingFull adder = FA = volledige optelschakeling

Afbeelding met tekst, Lettertype, handschrift, wit

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met diagram, Plan, Technische tekening, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met diagram, lijn, schermopname, ontwerp

Automatisch gegenereerde beschrijving Poortschema IEC-symbool

## 2 half adders naar 1 full adder

Afbeelding met diagram, Plan, Technische tekening, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met diagram, lijn, Plan, Technische tekening

Automatisch gegenereerde beschrijving

## 4-bit full adder

Afbeelding met diagram, Plan, lijn, Technische tekening

Automatisch gegenereerde beschrijving

IEC-symbool

Afbeelding met diagram, lijn, schets, ontwerp

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met diagram, schermopname, lijn, ontwerp

Automatisch gegenereerde beschrijving

# Pulsdiagram

**Pulsdiagram** = grafiek die het verloop van het logisch niveau op de uitgang weergeeft i.f.v. het gegeven verloop van de ingangen.

Voorwaarden:

* bevat alle ingangscombinaties
* mag geen tegenstrijdigheden bevatten





# Basisfuncties: extra IEC-symbolen

Afbeelding met tekst, schermopname, Lettertype, diagram

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met tekst, schermopname, Lettertype, diagram

Automatisch gegenereerde beschrijving

## Prioriteiten

**1) Invertor, NOT, overstreping [hoogste prioriteit]**

Nota: bij omzetten naar een schema dien je bij meerdere overstrepingen die eerst uitvoeren het dichtste bij de variable

**2) Haakjes (van binnen naar buiten)**

**3) XOR en XNOR**

**4) AND**

**5) OR**

## Rekenregels

Afbeelding met schermopname, Rechthoek, diagram, ontwerp

Automatisch gegenereerde beschrijving

**Idempotentiewet** ⭢ variabele met zichzelf

**Inversiewet** ⭢ variabele met zijn inverse Rode rechthoeken als oefening bewijzen via WT.

### Commutatieve wetten

Afbeelding met tekst, Lettertype, diagram, wit

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met Lettertype, tekst, diagram, wit

Automatisch gegenereerde beschrijving

### Associatieve wetten

Afbeelding met Lettertype, diagram, lijn, wit

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met Lettertype, diagram, wit, tekst

Automatisch gegenereerde beschrijving

### Distributieve wetten

Afbeelding met Lettertype, diagram, tekst, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met Lettertype, diagram, tekst, wit

Automatisch gegenereerde beschrijving

### De Morgan: EN ⭢ OF

Afbeelding met Lettertype, tekst, schermopname, nummer

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met tekst, Lettertype, nummer, schermopname

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met tekst, Lettertype, nummer, schermopname

Automatisch gegenereerde beschrijving

## ABSORPTIEWET

**(Niet van buiten kennen)**

Afbeelding met Lettertype, wit, tekst, Graphics

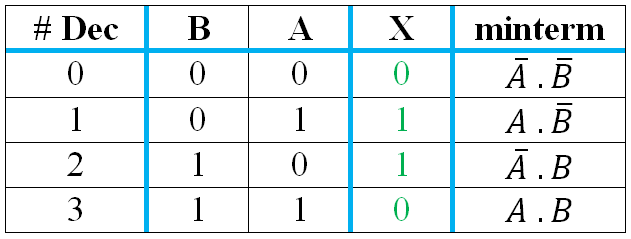
Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met Lettertype, tekst, wit, diagram

Automatisch gegenereerde beschrijving

# Afbeelding met tekst, diagram, Plan, kaart Automatisch gegenereerde beschrijvingOrigineel schema Atari ‘Pong’

# Afbeelding met diagram, lijn, ontwerp Automatisch gegenereerde beschrijvingSoP: Sum of Products

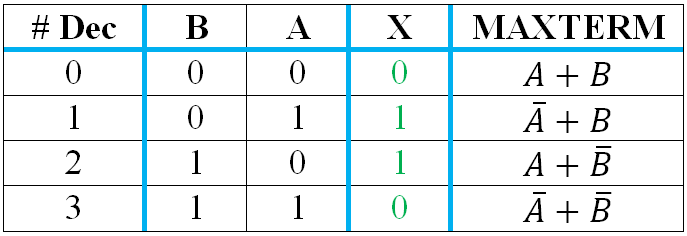




**SoP ⭢ “normaalvorm” ⭢ opsomming waar 1 voor X**

**⮡ somterm**

# PoS: Voorbeeld *Product of Sums*



Afbeelding met diagram, lijn, ontwerp

Automatisch gegenereerde beschrijving

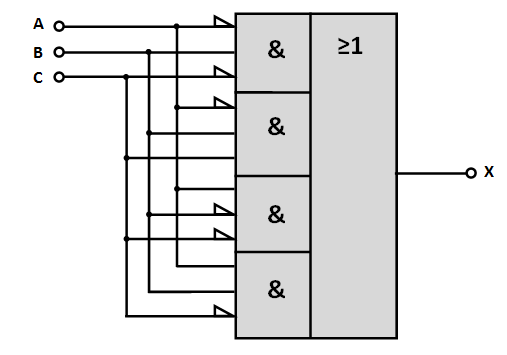
**PoS ⭢ “alternatieve normaalvorm” ⭢ producten van maxtermen waar 0 voor X**

**⮡ productterm**

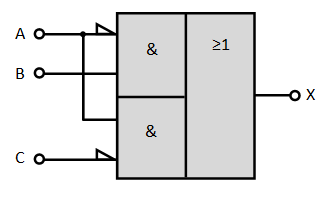
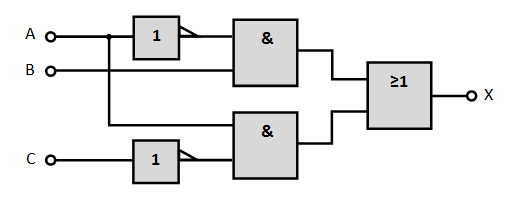
# Implementatie van logische functies

Afbeelding met tekst, Lettertype, wit, typografie

Automatisch gegenereerde beschrijving



## Compacte IEC-tekenwijze



# Karnaugh-kaart

## Vorm Karnaugh-kaart

n variabelen ⭢ vakken = aantal ingangscombinaties

vorm: liefst vierkant, tenzij niet anders kan dan rechthoekig





* Doel: combinatorische functies snel reduceren
* Geeft simpelste/kortste SoP-vorm

⭢ eventueel ook PoS-vorm

* Gegeven: waarheidstabel

⭢ eventueel opgave zelf converteren naar WT

* 1 vakje/ingangscombinatie
* ! Voorwaarde: *een buurstrook mag slechts één variabele veranderen*
* Buurstrook = links, rechts, boven, onder (niet diagonaal!)
* **Bitpatroon volgt Gray-code** (zie later)





## Lokaliseren van de vakken



met banden

vermelding van binaire waarden (Gray)



***Aflopende volgorde DCBA ⭢ bitpatroon rechtstreeks noteren***

* Twee tegenover elkaar liggende zijlijnen vallen samen

dus: vakjes aan deze zijlijnen zijn naburig

* Met 3 onafhankelijke veranderlijken



* + - Met 4 onafhankelijke veranderlijks

Afbeelding met schets, ontwerp

Automatisch gegenereerde beschrijving

### Andere voorstellingswijzen (vb. bij K4-map)



## Nummering van de vakken

* “adres” = rangnummer is decimale waarde van bitpatroon
* Denkbeeldig gewicht aan A-B-C-D is 1-2-4-8
* Rangnummer = standaardnotatie bij mintermen en maxtermen



Invullen = voor elke ingangscombinatie ⭢ uitgangswaarde in juiste vak



Enen (1) en nullen (0) **ALTIJD** invullen

### Groeperen van vakken

* Twee buurvakken (-groepen) worden 1 nieuwe groep



* Booleaanse vereenvoudiging



* = sterke vereenvoudiging (ook componenten en bedrading)
* Versmelting met buurvak = 1 variabele minder!
* = sterke vereenvoudiging van combinatorische functie!

⭢ want minder variabelen in logische vergelijking

* Groeperen (vakversmelting) naar grotere groepen
* Buurvelden vlot herkennen!
* Grotere groep = sterke vereenvoudiging
* Groeperen via overstaande zijde(n) of hoek(en)





* **Karnaugh samengevat**:

**Om de kortste SoP-vorm van een logische functie te vinden moet men op de Karnaugh-kaart alle enen verzamelen in zo weinig mogelijk groepen die zo groot mogelijk gekozen zijn.**

## Vereenvoudigen van functies



**Voorbeeld:**

****

**Nota:**

**- verder comprimeren kan, maar dan wijk je af van de zuivere SoP-vorm!**

**- soms meerdere oplossingen, met gelijke graad van vereenvoudiging**

## Gebieden AND-en of OR-en

AND-en ⭢ gebieden worden **kleiner**: behoud van enkel overlappende gedeelte

OR-en ⭢ gebieden worden **groter**: ze verenigen



* **Een AND-functie van meerdere ingangen komt overeen met een kleiner vak.**



* **Een OR-functie van meerdere ingangen komt overeen met een groter vak.**



### Quine Mc-Cluskey (niet kennen)

* Karnaugh-kaart tot 4 variabelen
* Eventueel 5 en 6 variabelen: te moeilijk om maximale groepen te vinden ⭢ niet kennen
* Beter voor 5 tot onbeperkte variabelen: methode van Quine Mc-Cluskey
* Werkt via tabellen, eenvoudiger programmeerbaar

### Invullen van de Karnaugh-kaart

Afbeelding met schermopname, tekst, zwart, ontwerp

Automatisch gegenereerde beschrijving

### Don’t cares

* Logische functie kan onbepaalde uitgang hebben: 0 of 1
* Doet er niet toe = don’t care
* Ontstaan als:
  + een ingangscombinatie in de praktijk niet voorkomt of
  + een uitgang geen belang heeft

Vb. bij een BCD-code (4-bit) komen de getalwaarden 10 t.e.m. 15 niet voor (zie later)

* In WT en Karnaughkaart ⭢ x voor een don’t care
* Je kiest een 1 voor een grotere groep te kunnen bekomen, je kiest 0 indien hij niet van nut kan zijn
* Eenmaal je kiest ligt het niveau vast in de schakeling

Voorbeeld notatie:

Afbeelding met schermopname

Automatisch gegenereerde beschrijving

of

# Definities

* Implicant, priemimplicant, noodzakelijke priemimplicant
  + Minterm = standaardproductterm = elk vakje op Karnaughkaart
  + Implicant = groepje in Karnaughkaart = een (deel)oplossing
    - Samengestelde standaardproducttermen
    - Vb.
  + Priem-implicant = grootste groep in Kn-map
    - Niet meer te impliceren met andere implicant
    - Vb.
  + Essentiële of noodzakelijke priem-implicant
    - Priem-implicanten die nodig en voldoende zijn om alle standaardproducttermen te bevatten

# Codering van getallen

Natuurlijke getallen

**(positieve gehele getallen)**

* + - Codering volgens het binaire getalstelsel
    - Het bereik van de te coderen getallen wordt beperkt door de woordlengte van de gebruikte bitstring

vb.

*Met een byte: alle natuurlijke getallen van 0 tem 255*

*Met een woord (16 bits): van 0 tem 65535*

* + - = UM = *Unsigned mode* = alles wat tot nu toe gezien is
    - **We noteren geen teken!**

## Gehele getallen

**(positieve en negatieve)**

* + - = SM = *Signed mode* (of *signed numbers*)
    - **Tekendragende getallen!**

**(Verpicht een teken , + of – )**

Vb

* + - +101101001
    - -101100101

**Nadelen:**

* + - ***binary-offset*:** de bitpatronen voor positieve getallen (signed mode) zijn niet de zelfde als voor de absolute waarden (unsigned mode)
    - ***sign-magnitude*** en ***one’s complement***: de waarde 0 op twee manieren kunnen weergeven - een nodeloze complicatie ( +0 = 0000 of -0 =1000)
    - ***two’s complement***: probleem opgelost door de waarde van alle negatieve getallen met één te verlagen, zodat de lijst van −1 tot −128 loopt

## Rationale getallen

* + - Elk decimaal (komma)getal met **eindig veel** decimalen
    - Het quotient van 2 gehele getallen (**deling van 2 gehele getallen**)

Vb

* + - +101101.10010
    - -101101.1010
    - +0101

# Codering van gehele getallen:

## 2’s complement

* **Two’s complement = 2’s complement**
* **De gebieden van unsigned mode en signed mode overlappen elkaar.**

Afbeelding met tekst, diagram, schermopname, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijving

# Compinc

* **comp = complementeren (= eerst bits inverteren)**
* **inc = incrementeren (= dan +1)**

## van positief naar negatief

Afbeelding met tekst, schermopname, lijn, Lettertype

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met tekst, Lettertype, schermopname, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijving

## van negatief naar positief

Afbeelding met tekst, lijn, Lettertype, schermopname

Automatisch gegenereerde beschrijving

# Codes

## Eigenschappen

### gewogen codes (*weighted code*)

**= codes waarbij de decimale waarde teruggevonden wordt door aan elke bit een gewicht toe te kennen en de producten van de gewichten met hun overeenkomstige bits te sommeren (= geziene “gewicht-methode”)**

Vb : De standaard BCD-code is **een gewogen code**

⭢ “BCD8421” ⭢ de cijfers specificeren het gewicht van elke bit

Vb : De Gray-code is **geen gewogen code,**

⭢ dus niet praktisch voor rekenkundige bewerkingen

### Zelfcomplementerende code (self complementary code, self complementing code)

**= codes waarbij het inverse van het gecodeerde getal het 9-complement oplevert van dit getal**

9-complement = het verschil tussen 9, 99, 999, … en dit getal

De standaard **BCD8421-code** is **niet zelfcomplementerende code**

⭢ Het 9-complement van 00112 (310) is 11002 ≠ 610 (9-3=6)

De standaard **excess-3 code is zelfcomplementerende code**

⭢ het 9-complement van 00112 (010) is 11002 (910)=9 (9-0=9)

⭢ het 9-complement van 01002 (110) is 10112 = 810)= 8 (9-1=8)

### Eén-wisselcode of cyclische code

**= code waarbij 2 opeenvolgende codewoorden (≈ waarden) slechts in één bit van elkaar verschillen**

**Vb gray-code**

De standaard **gray-code is Eén-wisselcode of cyclische code**

### Reflecterende code

**= een soort “gespiegelde code” in de opbouw van de tabel**

**Vb gray-code**

## BCD-code

**De BCD-code: (Binary Coded Decimal)** is een code waarbij men elk cijfer van een decimaal getal voorstelt door 4 bits.

Vb: **319610 = 0011 0001 1001 0110** = (3 = 0011) (1=0001) (9=1001) (6=0110)

* **Van de 16 combinaties die met 4 bits mogelijk zijn, worden er in de BCD-code 6 niet gebruikt. (Gebruik 0 🡪 9, niet gebruik 10 🡪15**
* **De BCD-code is dus minder efficiënt dan de zuivere binaire codering.**
* **Ze wordt vooral toegepast bij digitale uitlezingen.**

****

## excess-3 code

**- 3-teveel code**

**BCD-code 🡪 excess-3 code bij elke bit 0011 (3) bij te tellen**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| DCB- code | Som | Excess-3 | Dec. |
| 48 | 0010+0011=0111=7  1000+0011=1011=11 | 7B | 123 |

Vb

## Gray-code

**‘minimale verschil code’** genoemd (tussen naburige waarden).



## samenvatting

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | gewogen codes | Zelfcomplementerende code | Eén-wisselcode of cyclische code | Reflecterende code |
| BCD-code | ✓ | 🗶 |  |  |
| excess-3 code |  | ✓ |  |  |
| Gray-code | 🗶 |  | ✓ | ✓ |

# Combinatorische schakelingen

## codeomvormer

Deze transformeert gecodeerde informatie naar een andere code

Niet-gecodeerde informatie = **begrijpbaar voor de mens**.

## decoder

De **decoder** transformeert gecodeerde informatie naar niet-gecodeerde informatie.

VB

⭢ **7-segment decoder**

⭢ **1 uit 4 decoder** = uitcodeerschakeling

### 7 – segment

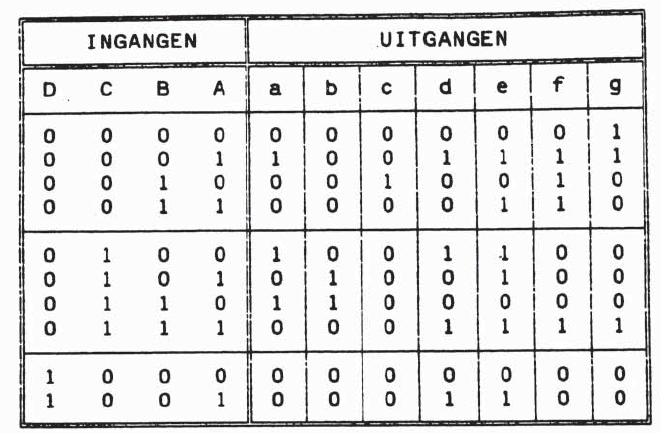
Afbeelding met Lettertype, tekst, wit, typografie

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met diagram, schets, lijn, Lettertype

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met diagram, lijn, schets, patroon

Automatisch gegenereerde beschrijving**CA = common anode CC = common cathode**



Binaire ingang 0001 = 1 🡪 B & C moeten branden 🡪 deze zijn 0

#### In labo



**IC : 74LS47**

**Bemerk:**

* Weergave van cijfer 6: *geen bovenste streepje*
* Weergave van cijfer 9: *geen onderste streepje*
* *Extra symbolen van 10 t.e.m. 15*

#### Afbeelding met tekst, schermopname, Parallel, Rechthoek Automatisch gegenereerde beschrijvingIC 74LS47

Afbeelding met tekst, diagram, Plan, Technische tekening

Automatisch gegenereerde beschrijving

3 extra ingangen: LT,RBI en BI/RBO

***!*** *led in table staan inverse*

**LT = Lamp Test**

*(als deze laag is alle led aan 🡪 test leds)*

**BI = Blanking Input**

*(als deze actief staat gaan alle leds uit )*

*Afbeelding met diagram, lijn, Technische tekening, Plan

Automatisch gegenereerde beschrijving*

**BI = RBO= knipperen en/of intensiteitsregeling**

* *δ klein* ⭢ *donkerder display* 🠢 *Ugem laag*
* *δ groot* ⭢ *lichter display*🠢 *Ugem hoog*
* *Knipperen bij lage frequentie (tot 30 à 50 Hz)voor het blote oog*
* *Intensiteitsregeling bij hogere frequentie (boven 50 Hz)*

**RBI = Ripple Blanking Input**

*Afbeelding met schets, diagram, lijn, origami

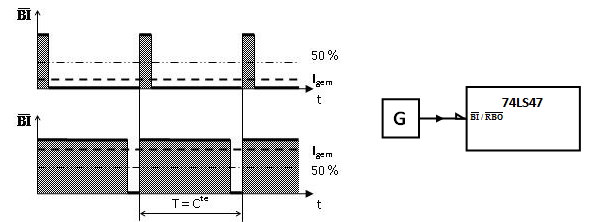
Automatisch gegenereerde beschrijving*

Doel van deze schakeling? Onderdrukking van leidende nullen! (kunnen uitleggen aan de hand van de WT)

Als en A, B, C en D=0 (m.a.w. getalwaarde 0) dan worden alle uitgangen 1 en doven de segmenten.

Daarbij wordt ook een uitgang en 0 ⭢ doorgeven aan volgende IC!!

### duty-cycle δ



* 2 signalen met zelfde periode T, dus zelfde frequentie f, maar toch verschillende aantijd Ton en uittijd Toff!
* δ = duty-cycle (δ uitspreken als ‘delta’) = gedeelte van de periode dat het signaal hoog is (in %)
* =

### 1 uit 4 decoder

**= “1 uit 2n decoder” met n = aantal ingangen**

Afbeelding met diagram, Plan, lijn, Technische tekening

Automatisch gegenereerde beschrijving**1 uit 4 decoder = uitcodeerschakeling = slechts 1 uitgang hoog maken!**

Afbeelding met plein, tekst, Rechthoek, kruiswoordpuzzel

Automatisch gegenereerde beschrijving

### Afbeelding met tekst, diagram Automatisch gegenereerde beschrijvingBCD/DEC decoder

Afbeelding met diagram, tekst

Automatisch gegenereerde beschrijving

**Reden dubbele invertor?**

Afbeelding met tekst, plein, schermopname, Rechthoek

Automatisch gegenereerde beschrijvingEen ic die hier voor staat (voor A,B,C,D), deze mag niet aan een poort hangen met de veel ingangen voor de stroom, de invertor zorg voor een buffer.

**Afbeelding met diagram, Technische tekening, Plan, schematisch

Automatisch gegenereerde beschrijvingtype ingang?**

Active hoge ingang

**Type uitgang?**

Active lage uitgang

## encoder

De **encoder** maakt van niet gecodeerde informatie gecodeerde informatie.

**Encoder = incodeerschakeling = omgekeerde van hiervoor**

### Toetsenbordencoder

Afbeelding met tekst, nummer, schermopname

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met tekst, Lettertype, wit, typografie

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met tekst

Automatisch gegenereerde beschrijving

A= hoog als 1 of 3 of 5 of 7 of 9 is ingedrukt

Afbeelding met diagram, lijn, Technische tekening, Plan

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met tekst, Lettertype, wit, ontvangst

Automatisch gegenereerde beschrijving

## multiplexer

Een **multiplexer** werkt als een keuze schakelaar en verbindt meerdere ingangsklemmen met één uitgangsklem.

### Afbeelding met tekst, schermopname, Rechthoek, lijn Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met diagram, schermopname, lijn, nummer Automatisch gegenereerde beschrijvingmet 2 ingangen A en B en dus 1 selectielijn S

Afbeelding met diagram, Rechthoek, lijn, Plan

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met diagram, Rechthoek, Plan, schermopname

Automatisch gegenereerde beschrijving

Zelfde als de ander schakeling maar alleen met NAND poorten, wat is het voordeel ?

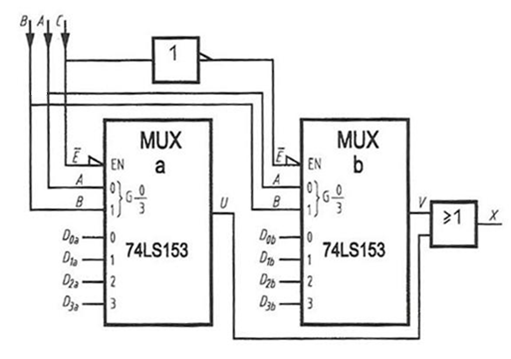
Je kan de schakeling maken met 1 IC de vorige schakeling had je er minimum 2 nodig.

### Afbeelding met tekst, schermopname, nummer, lijn Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met tekst, diagram, lijn, schermopname Automatisch gegenereerde beschrijving**IEC-symbool**

### Cascadeschakeling

Afbeelding met tekst, schermopname, nummer, Lettertype

Automatisch gegenereerde beschrijving**Cascadeschakeling: ‘= soort achtereenschakeling’  
 (geen serie- of parallelschakeling)**



Selectie van 1e of 2e mux is MSB!

## demultiplexer

Een **demultiplexer** doet het omgekeerde van een multiplexer en verbindt één ingang met één van de uitgangsklemmen

Afbeelding met diagram, lijn, Lettertype

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met Rechthoek, schermopname, plein

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met Lettertype, lijn, wit, Rechthoek

Automatisch gegenereerde beschrijving

Afbeelding met diagram, Technische tekening, Plan, Rechthoek

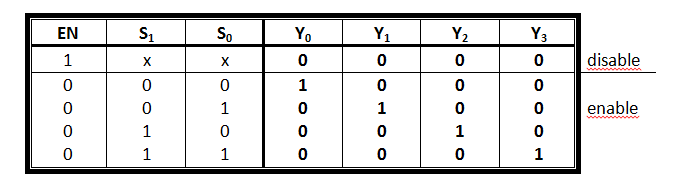
Automatisch gegenereerde beschrijving

### Demultiplexers: met 4 uitgangen en 2 selectielijnen

Afbeelding met diagram, lijn, tekst, Technische tekening

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met diagram, Plan, Technische tekening, lijn

Automatisch gegenereerde beschrijving



**Decodeerschakelingen zijn een bijzonder type demultiplexers omdat ze uit een aantal ingangssignalen (dus niet 1 zoals bij een demultiplexer) meerdere uitgangssignalen afleiden.**

**Men spreekt van een 1 naar 4 lijn demultiplexer (*1 to 4 line demultiplexer*) omdat er 1 ingang is en 4 uitgangen, maar ook van een 2 naar 4 lijn decoder (*2 to 4 line decoder*) waarbij de 2 selectielijnen nu als ingangen gebruikt worden bij dezelfde 4 uitgangen.**

De gebruikte IC is dus dezelfde, maar de toepassing ervan is verschillend.

# Afkortingen

Afkortingen:

ADC = Analoog – digitaal convertor, Analog - digital converter.

LED = light-emiting diode

(LCD = liquid-crystal display)

(SVGA = Super Video Graphics Array)

BIT = binary digit

ASCII = American Standard Code for Information Interchange

HEX = hexadecimaal, hexadecimal

DEC = Decimaal, decimal

BIN = Binair

OCT = Octaal

BCD = binary coded decimal

BCH = binary coded hexadecimal

XS3 = excess-three

msb = most significant bit

lsb = least significant bit

MSD = Most Significant Digit

LSD = Least Significant Digit

LF = Line Feed

CR = Carriage Return

EBCDIC (‘ebsidic’) = Extended Binary Coded Decimal Interchange

DP = decimal Point

RGB = red, green, blue

IC = Integrated circuit

COMPINC = complementeren en incrementeren

NO = normally open

NC = normally closed

P78-80?

IEC = International Electrotechnical Commission

SoP = Sum of Products

PoS = Product of Sums

CC = Common Cathode

CA = Common Anode

BI = Blanking Input

RBI = Ripple Blanking Input

RBO = Ripple Blanking Output

LT = Lamp Test

E = Enable

S= Set

R = Reset

H = Hold

I = Invert

DX/DMUX = Demultiplexer

Mux = Multiplexer

FA = Full Adder

HA = Half Adder

GND = Ground

C = Control

CK = Clock

CP = Clock Pulse

FOST = Forbidden State

SPDT = Single pole double throw

Vcc = Voltage Common Collector

LE = Latch Enable Of Load Enable

PRE = Preset

CLR = Clear

FF = Flipflop

JK-flipflof = Jack Kilby flipflop

tpd = time propagation delay

CTRDIV = counter/divider // CTR DIV = counter-divider

# = tellerstand

TCU = Terminal count up

TCD = Terminal Count Down

CO = Carry Overflow

BO = Borrow Overflow

SISO = Serial In, Serial Out

SIPO = Serial In, Parallel Out

PISO = Parallel In, Serial Out

PIPO = Parallel In, Parallel Out

7-seg = Seven Segment / Zeven Segment

Dp = decimal point

SH/LD = Shift/Load

ANSI = American National Standards Institute

TTL = Time to live

IEC = International Electrotechnical Commission

IEEE = Institute of Electrical and Electronics Engineers