

Video Tekniske Grundbegreber



Udarbejdet af:
Flemming Rathsach
Videoinform ApS.
© 2006



Kongevejen 49, 2840 Holte
Telefon: 4454 0999; Fax: 4454 0998
E-Mail: av@videoinform.dk
Home page: www.videoinform.dk

Indhold:

Frekvens.	1
Hertz.	1
AM-Modulation.	1
Frekvens.	2
Hvordan kan vi ellers ændre signalet?	2
Frekvens-modulation.	2
Fase-modulation.	2
Ohm's lov.	3
Strøm, spænding, modstand og effekt.	3
Ohm's lov.	3
Effekt.	3
Ohm's lov kan omskrives til følgende formler:	3
Ohm's lov.	4
Eksempel 1.	4
Eksempel 2.	4
Ohm's lov.	5
Modstand.	5
Kapacitet.	5
Ohm's lov.	6
Spole.	6
TV Systemer.	7
PAL, SECAM og NTSC.	7
TV apparatet.	7
Sort/hvid TV.	7
Farve TV.	7
Chrominance og luminance.	7
$Y = 0.3R + 0.11B + 0.59G$	7
TV Systemer.	8
NTSC, det amerikanske system:	8
SECAM det franske system:	8
PAL systemet:	8
Farve teori.	9
Farve teori.	10
Farve teori.	11
Farvetemperatur:	11
Definition.	11
Farvekameraet.	11
TV-signalet.	12
TV-signalets opbygning	12
TV-signalet.	13
TV-signalet.	14
Interlacing.	14
Horisontal drive.	14
Vertikal drive.	14

TV-signalet.	15
Blanking	15
TV-signalet.	16
Farvekameraet	16
TV-signalet.	17
CCD Kameraet	17
TV-signalet.	18
Gamma	18
TV-signalet.	19
TV-signalet.	20
Farvekameraet og farvetemperatur	20
TV-signalet.	21
Hvordan kontrolleres hvidbalancen?	21
Hvordan kontrolleres sortbalancen?	21
TV-signalet.	22
Registrering	22
CCD - kameraet.	23
CCD kameraet	23
MOS Kapacitet	23
TRANSFER CLOCK	23
CCD - kameraet.	24
Foto-sensor	24
CCD cellen	24
CCD - kameraet.	25
Frame Transfer	25
CCD - kameraet.	26
Interline Transfer (IT)	26
CCD - kameraet.	27
Det digitale kamera	27
CCD - kameraet.	28

Frekvens.

Frekvens er svingninger pr. sekund. Frekvensen kan varieres i antal og amplitude. Tegner man et koordinatsystem med en X- og Y-akse og en cirkel med radius 1, og roterer mod uret, vil man få en bevægelse der går fra Y til -Y, som en lodret streg. Fig. 1.

Hertz.

Hvis man samtidig med rotationen også bevæger sig udad en tids akse, vil der stedet for en lodret streg opstå en kurve med et forløb som vist i fig. 2. Dannes der en fuld svingning indenfor et sekund, har denne betegnelsen 1 Hertz.

Hertz er defineret som svingninger pr. sekund. Frekvens måles således i Hertz (Hz), og i dette tilfælde har vi en frekvens på 1 Hz.

Det er nu klart, at hvis vi øger rotationen, øger vi frekvensen. De frekvenser der arbejdes med indenfor video ligger næsten alle i området MHz(MegaHertz=Millioner Hertz eller millioner svingninger pr. sekund).

AM-Modulation.

Ændre vi nu radius af cirklen vil amplituden (højden) af den opstået svingning også ændres.

Lille radius lille amplitude stor radius stor amplitude. Fig.2.

Ændre vi radius tilfældigt, har vi fået et amplitude-moduleret signal, AM. Her har vi altså en fast frekvens, der varierer i amplitude og hvor amplitude variationen er et udtryk for de ændringer, vi har tilført radius.

Taler vi eksempelvis i en mikrofon, frembringes der et signal af varierende styrke og frekvens.

Tilføje vi dette signal til en AM-modulator med en fast frekvens, vil denne frekvens varieres i styrke i en takt svarende til det frembragte mikrofonsignal. Fig.4.

Mikrofonsignalet svarer altså til, at vi ændre radius vilkårligt. Når vi demodulerer signalet fjerner vi den faste frekvens. Herefter er der det rene mikrofonsignal tilbage. På denne måde har vi skabt en AM-sender, som den der anvendes af radiofonier til radioudsendelser.

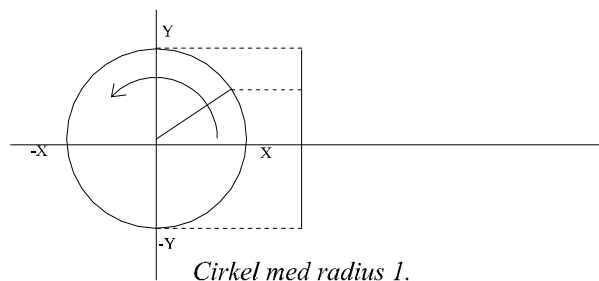


Fig.1

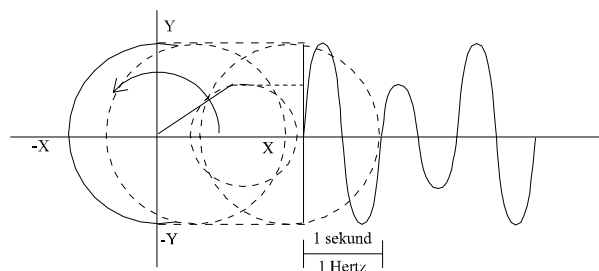


Fig.2

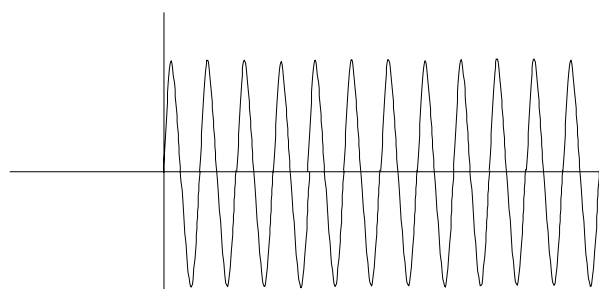


Fig.3

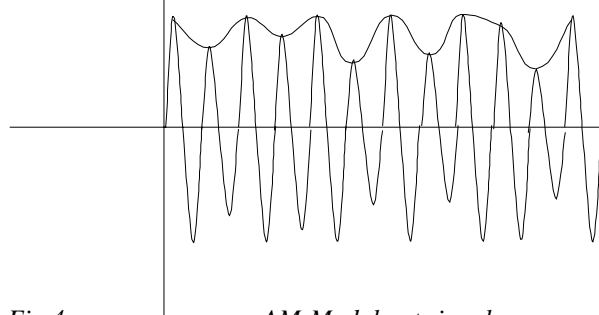


Fig.4

Frekvens.

Hvordan kan vi ellers ændre signalet?

Hvis vi ændre rotationshastigheden ændres frekvensen i takt med variationen, mens amplituden holdes konstant. Denne form for modulation kaldes for frekvens-modulation, FM.

Frekvens-modulation.

På samme måde som ved AM-modulation tilføje vi en FM-modulator et mikrofonsignal, men i stedet for at ændre størrelsen af radius, ændre vi rotationshastigheden i takt med mikrofonsignalet.

Frekvensen i modulatoren variere nu i takt med det tilførte mikrofonsignal. Fig 5

På modtagersiden måler man variationen i frekvensen og omsætter disse variationer til variationer i spænding, herefter er det oprindelige mikrofonsignal genskabt.

Både AM-modulation og FM-modulation anvendes i stor udstrækning indenfor TV-teknikken.

Fase-modulation.

Den sidste form for modulation, er fase-modulation (phase-modulation).

I fase-modulation ændres radius vinkel på et givet tidspunkt indenfor en rotation til nul og startes igen på et andet tidspunkt, altså med en anden vinkel eller fase. En kombination af Fase-(phase) og AM-modulation anvendes til at overføre farverne i et TV-signal.

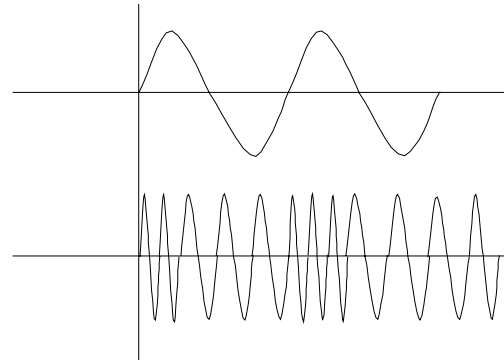


Fig.5. *Frekvens-modulation.*

Ohm's lov.

Strøm, spænding, modstand og effekt.

Alle de apparater vi arbejder med skal tilsluttes en spændingskilde for at kunne fungerer. Spændingskilden kan enten være en stikkontakt med en vekselspænding på 220 Volt og en frekvens på 50 Hz, eller et batteri med en fast jævnspænding 6, 12 eller 24 Volt.

Fælles for alle apparater er, at de har et forbrug der normalt udtrykkes i Watt.

På batterier udtrykkes effekten normalt som Ampere/timer (Amp/hour), hvilket betyder, at hvis batteriet har en spænding på 12 Volt og en effekt på 1,5 Amp/hour, vil et apparat med et forbrug på 18 Watt kunne arbejde i 1 time.

Ohm's lov.

Vi vil nu se på beregningsformlen for strøm, spænding, modstand og effekt. Formlen kaldes Ohm's lov, og udtrykkes således:

$$\text{Strømstyrke} = \frac{\text{Spænding}}{\text{Modstand}}$$

eller

$$I = \frac{U}{R}$$

Strømstyrken I måles i ampere [A], spændingen U i volt [V] og modstanden R i [Ω].

Effekt.

Når et apparat (modstand) påtrykkes en spænding vil der gå en strøm igennem apparatet, og samtidig vil der blive afsat en effekt.

Effekten udtrykkes i watt [W] efter formelen:

$$\text{Effekt} = \text{Spænding} \times \text{Strømstyrke}$$

eller

$$P = U \times I$$

Begrebet effekt må ikke forveksles med begrebet forbrug.

Ohm's lov kan omskrives til følgende formler:

$$U = I \times R$$

$$I = U/R$$

$$R = U/I$$

$$P = U \times I$$

$$P = I^2 \times R$$

$$P = U^2/R$$

$$U = P/I$$

$$I = P/U$$

$$U = P \times R$$

Ohm's lov.

Forbrug er tidsbestemt og defineret således:

Er der i 1 time afsat 1 W i et apparat (modstand) har man forbrugt en Watt-time [Wh].

Eksempel 1.

På et batteri er der påtrykt, at det har en spænding på 12 Volt og 1,2 Amp/hour. Det skal bruges på et kamera, der har et forbrug på 25 W. Vi er nu interesseret i at vide, hvor lang tid vi kan arbejde med kameraet, før der skal skiftes batteri.

Ud fra Ohm's lov kan vi beregne den effekt vi har til rådighed i batteriet:

$$P = U \times I$$

$$P = 12 \times 1,2 = 14,4 \text{ Watt/hour}$$

Da kameraet forbruger 25 Watt vil vi kunne arbejde i:

$$\frac{25}{14,4} = 1,736$$

Hvilket svarer til ca. 1 time og 40 minutter.

Eksempel 2.

Skal vi sætte lamper op til en TV optagelse, er det vigtigt at vide, hvor meget strøm der er til rådighed.

Det undersøges lettest ved at se på sikringerne i malerskabet. Normalt er de på 10 Amp. eller 16 Amp.

Lad os antage at der er en 16 Amp. sikring i den gruppe, hvor vi vil tilslutte vores lamper. Vi har tre lamper på hver 1000W, går det ?

Med en 16 Amp. sikring og 220 Volt, har vi $P = 220 \times 16 = 3520$ Watt til rådighed, og vi skal kun bruge 3000 Watt. Så det kan godt lade sig gøre.

Havde sikringen kun været på 10 Amp., hvilket er det mest normale i almindelige husinstallationer, havde vi kun haft 2200 Watt til rådighed. Vi havde derfor været nødt til at fordele lamperne over flere forskellige grupper.

Ohm's lov.

Modstand.

Modstande i serie vil udadtil virke som én modstand med en værdi, der er lig summen af de enkelte modstande:

$$R_{Res} = R_1 + R_2 + \dots R_n$$

Anbringer vi modstandene i parallel, skal vi addere deres reciprokke værdier for at få den samlede modstand:

$$\frac{1}{R_{Res}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \frac{1}{R_n}$$

Kapacitet.

En kondensator er et passivt element, der kan oplade elektrisk energi. Kapaciteten betegnes C og måles i Farad. Kobles flere kondensatorer parallelt, bliver den samlede kapacitet:

$$C_{Res.} = C_1 + C_2 + \dots C_n$$

Kobles kondensatorerne i serie, beregnes den samlede kapacitet på samme måde som modstande i parallel:

$$\frac{1}{C_{Res.}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots \frac{1}{C_n}$$

En kondensator består af plader, der ikke har forbindelse med hinanden. Kapacitetens størrelse bestemmes af to faktorer, afstanden mellem pladerne og pladernes areal. Påtrykkes man en kondensator en jævnspænding, vil den yde en modstand der er uendelig stor.

Tilslutter man en vekselspænding til en kondensator, vil denne opføre sig som en slags modstand. Denne modstand betegnes reaktans og dens størrelse er afhængig af to faktorer, frekvensen der påtrykkes og kapaciteten C.

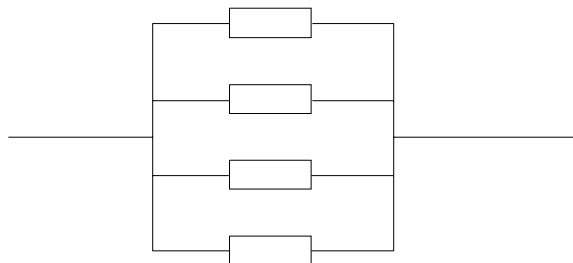
Den kapacitive modstand, reaktansen beregnes efter følgende formel:

$$X_c = \frac{1}{2 \pi f C}$$

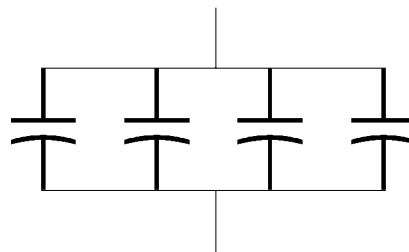
Serie koblet modstande.



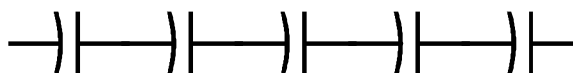
Parallelt koblet modstande.



Parallelt koblet kondensatorer.



Serie koblet kondensatorer.



Ohm's lov.

Af formelen kan vi udlede, at øger vi frekvensen over en given kondensator med en fast kapacitet C, vil reaktansen (modstanden) falde. Holder vi frekvensen konstant, men øger kapaciteten C vil reaktansen ligeledes falde.

Spole.

Påtrykker man en spole en jævnspænding, vil modstanden udelukkende være bestemt af spoletrådens Ohm'ske modstand.

Påtrykker man derimod en vekselspænding, vil der i spolen opstå et magnetfelt, der vil veksle i retning med samme frekvens som den påtrykte vekselspænding. Jo hurtigere denne ompoling skal forgå, desto stærkere vil spolens træghed gøre sig gældende.

En spole vil altså yde stigende modstand overfor en øget frekvens.

Modstanden i en spole betegnes induktiv reaktans, og beregnes efter formelen:

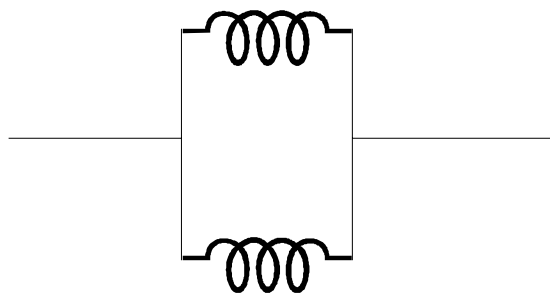
$$X_L = 2 \times \pi \times f \times L$$

Serie koblet selvinduktioner:



$$L_{Res} = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$

Selvinduktioner koblet i parallel.



$$L_{Res} = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2}$$

TV Systemer.

Vi har ikke blot forskellige videobåndsystemer, der ikke er kompatible. Men der findes også et utal af forskellige TV-systemer, spredt over hele verden. Systemer der er forskellige både i teknologi og i kvalitet. For overskuelighedens skyld vil vi her kun beskæftige os med de tre hovedsystemer PAL, SECAM og NTSC.

PAL, SECAM og NTSC.

PAL (Phase Alternation Line) der anvendes i store dele af Europa, er konstrueret af det Tyske firma Telefunken. SECAM (System Electronique Couleur avec Memoire) er det system der anvendes i Frankrig samt dele af Øst-europa. Det Amerikanske system NTSC (National Television Standards Committee) anvendes naturligvis i USA, samt Japan og en del Sydamerikanske lande.

TV apparatet.

Selvom man tager et TV apparat med til et land, der har den samme TV-standard, som det man kommer fra, er det ikke sikkert at apparatet fungerer i det pågældende land.

Det skyldes at der findes flere forskellige måder at transmittere TV-signalet på. Hvis man f.eks. tager sit TV-apparat med til England, der har samme PAL system som Danmark, vil apparatet ikke fungerer som i Danmark. Det skyldes dels en anden videobåndbredde og en anden måde at transmittere lyden på.

At give en nøjagtig beskrivelse af hvert enkelt lands TV-system, vil blive en uoverskuelig opgave og en opgave der ligger udenfor rammerne af denne bog.

Sort/hvid TV.

Da man skulle introducere farve TV'et, var det af stor betydning, at dette ikke ville få indflydelse på modtagelsen af sort/hvid TV og at sort/hvide udsendelser ikke blev „farvet“ på et farve TV. For ikke totalt at skulle ændre de eksisterende sort/hvide TV-systemer, var det nødvendigt at finde en måde at transmittere farve-informationen på, som kunne ligge indenfor det eksisterende sort/hvide system. Når vi ser på et sort/hvidt signal, indeholder det information om detaljer i billedet, der går fra 0 til 5 MHz.(MegaHertz). Her siger vi at båndbredden er 5 MHz.

Farve TV.

For at kunne overføre farver sammen med det sort/hvide signal, var det altså nødvendigt at gøre det indenfor den båndbredde, der var til rådighed, 5MHz.

En farve beskrives med tre værdier, der alle skal kunne overføres. Farvetonen (HUE), farvemætningen (Saturation) og lysværdien (Luminance) også repræsenteret ved bogstavet Y. Y-signalet havde man, idet det var det samme som sort/hvid signalet.

Chrominance og luminance.

Farvesignalet (Chrominance) repræsenteret ved bogstavet C, indeholder altså information om farvetone og farvemætning.

Nu er det imidlertid sådan, at luminance signalet i realiteten bliver skabt af farvesignalet.

Hvis vi betragter farven hvid på en TV-skærm, indeholder den de tre primære farver rød, blå og grøn i forholdet 30 til 11 til 59.

Summen af de tre primære farver er det samme som luminance signalet Y.

$$Y = 0.3R + 0.11B + 0.59G$$

TV Systemer.

Fælles for alle eksisterende farve TV-systemer har man vedtaget at konvertere de tre primære farver til tre nye komponenter Y, U, V eller Y, Q, I.

Hvor $U = (R-Y)$ og $V = (B-Y)$.

På denne form er det lettere at kommunikere systemerne imellem.

Y repræsenterer luminance signalet, som er hovedkomponenten i alle farve TV systemer, det er det signal der gør at der er kompatibilitet mellem sort/hvide (monochrome) og farve TV modtagere.

De to sidste komponenter U, V eller Q og I indeholder farveinformationen.

Farvekomponenterne U og V bliver nu moduleret ind på en farvebærebølge, der ligger i den øvre ende af luminance signalet, der som vi tidligere har set går fra 0 til 5 MHz.

Det kan naturligvis ikke undgås, at der opstår forstyrrelser på et sort/hvid TV, når farverne transmitteres som en del af det sort/hvide signal. Forstyrrelserne kan ses som et fint prik mønster i billedet. Fænomenet kaldes „Cross-luminance“.

Omvendt vil der også opstå interference på et farve TV, når en del af luminance signalet blandes med chrominance signalet. Det sker især ved gengivelse af fine detaljer, f.eks. hvis en speaker har en sribet skjorte på, opstår der gerne et interference mønster i mange forskellige farver netop i skjortens striber. Dette fænomen kaldes „cross-colour“.

De tre farvesystemer PAL, SECAM og NTSC adskiller sig kun fra hinanden i den måde farverne „chrominance signalet“ moduleres på.

NTSC, det amerikanske system:

I 1953 introducerede amerikanerne det første farve TV system NTSC. Her havde man valgt en farvebærebølge på 3.58 MHz. Den røde, blå og grønne farve information bliver her konverteret til et Y-signal og to farve komponent signaler Q og I. Begge farvekomponenter bliver i dette system moduleret ind på farvebærebølgen 3.58 MHz samtidig. På modtagersiden bliver dette dobbeltmodulerede signal igen brudt ned i de to komponenter Q og I. Ulempen ved denne transmissionsform, er at systemet er meget følsomt over for fase fejl, hvilket giver sig udslag i decideret farvefejl f.eks. kan en rød farve

under transmissionen skifte til grøn. Fejlen rettes på modtagersiden af den enkelte TV-seer, manuelt v.h.a. HUE-knappen, en knap der kun findes på TV-modtagere til NTSC systemet.

NTSC systemet er baseret på 30 billeder/sekund og 525 linier pr. billed.

SECAM det franske system:

Med det franske system der blev udviklet i 1957 af Henri de France, er disse fase fejl ikke længere noget problem, idet man her har sørget for at ingen af de to farvekomponenter bliver sendt samtidig, men på forskellige skanderingslinier. F.eks. indeholder en linie kun information om den røde farve og den næste indeholder kun information om den blå farve o.s.v.

Denne måde at overføre farverne på giver desværre en dårlig farveopløsning. For at undgå en synlig opdeling af farverne linie for linie, er det nødvendigt at begge farver er til rådighed samtidig. Derfor er modtageren udstyret med en „delay-line“ der forsinker, hver linie et linie-scan på 0,000064 sekund.

PAL systemet:

I begyndelsen af 60'erne udviklede tyskeren Walter Bruch det TV-system, der må betragtes som det bedste af de tre systemer. For at undgå fasefejlene i NTSC systemet valgte han at benytte en elektronisk switch til at skifte V signalet 180° linie for linie, deraf navnet „Phase Alternating Line“.

På modtagersiden bliver farvesignalet forsinket 0.000064 sekunder. Med denne teknik undgår man en forringelse af farveopløsningen og samtidig fik man elimineret de fasefejl (HUE) der var kendt fra NTSC systemet.

Farve teori.

Det menneskelige øje er i stand til at opfatte en stor del af de farver, der er indeholdt i det almindelige dagslys, lys med bølglængder der strækker sig fra violet (370 nanometer) til rødt (720 nanometer).

Når dagslyset forsvinder og tusemørket indtræder, bliver de omgivelser vi ser til gråtoner, farverne forsvinder. Årsagen hertil er, at vi skal bruge reflekteret lys for at kunne se farver.

Der er to slags lys vi kan opfatte med vores øjne, reflekteret lys fra objekter der ikke selv udsender lys, og lys fra objekter der selv er i stand til at udsende lys som f.eks. lamper, TV-skærme o.s.v.

Lys er som elektromagnetiske bølger med forskellig

bølglængde. Lys med forskellig bølglængde bliver af øjet opfattet som forskellige farver.

Det menneskelige øje er i stand til at opfatte lys med bølglængder der strækker sig fra 380 nanometer til 780 nanometer. (En nanometer er det samme som $1/1.000.000.000$ meter)

Lys med lange bølger 780 nm opfattes som rødt lys, medens lys med korte bølglængder opfattes som blåt lys. Hvidt sollys indeholder alle farver, hvilket man kan konstatere ved at sende sollyset igennem et prisme. Her brydes lyset forskelligt p.g.a. de forskellige bølglængder. Se fig.7.

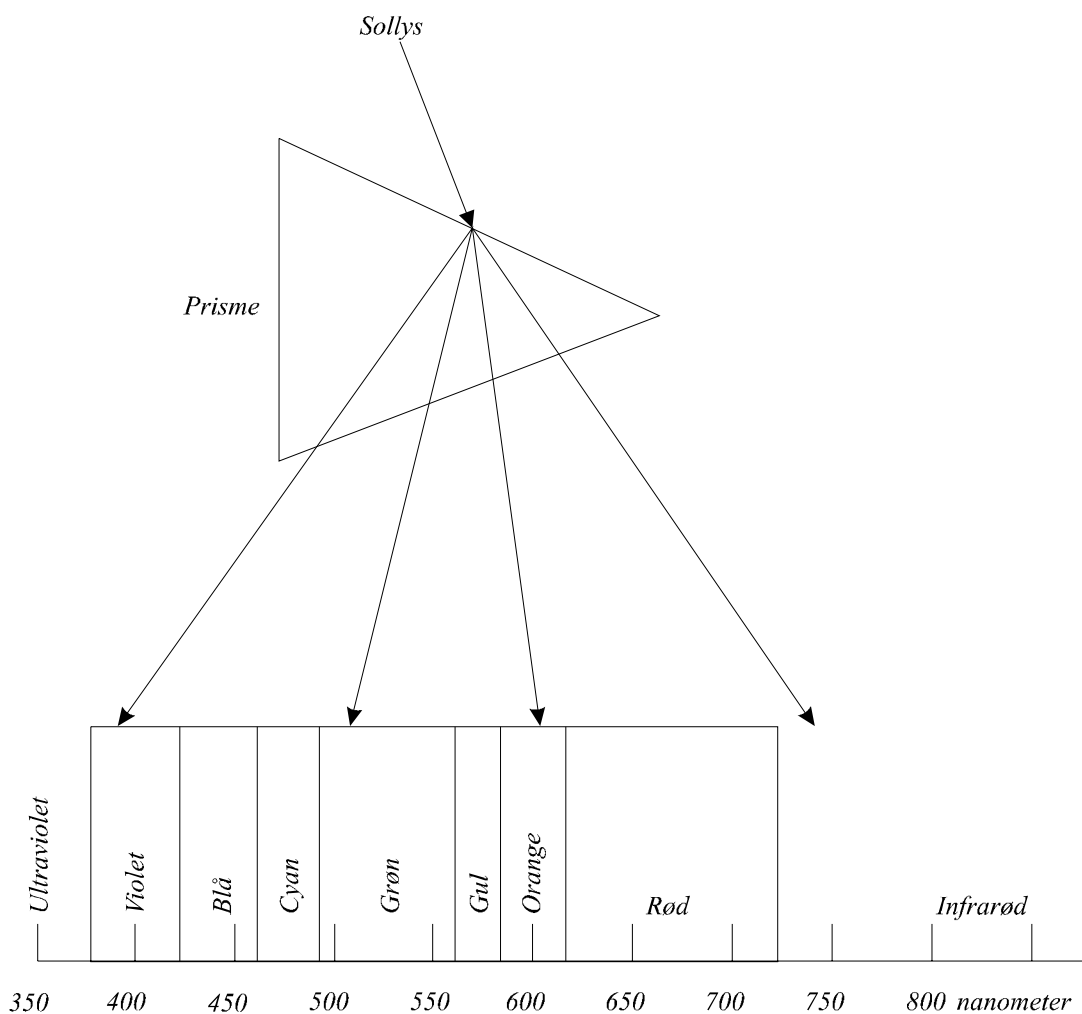


Fig. 7

Farve teori.

Menneskets øje opfatter nogle farver bedre end andre. Hvis vi ser på en følsomhedskurve for det menneskelige øje, vil denne se ud som i fig. 8.

Her kan vi se, at af de tre primære farver rød, grøn og blå, er grøn den vi kan se bedst. Hvis vi fastsætter øjets følsomhed overfor hvidt lys til 1, vil følsomheden overfor grøn være 0.59, for rød 0.30 og for blå 0.11.

Med kun disse tre farver er vi i stand til at skabe alle andre farver enten ved farve addition eller farve subtraktion.

Farve addition anvendes i farve TV teknikken, og farve subtraktion anvendes indenfor fototeknikken.

Se fig. 9.

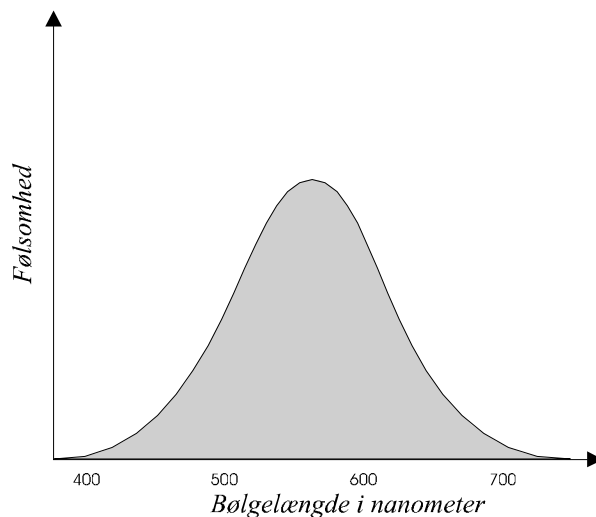


Fig. 8

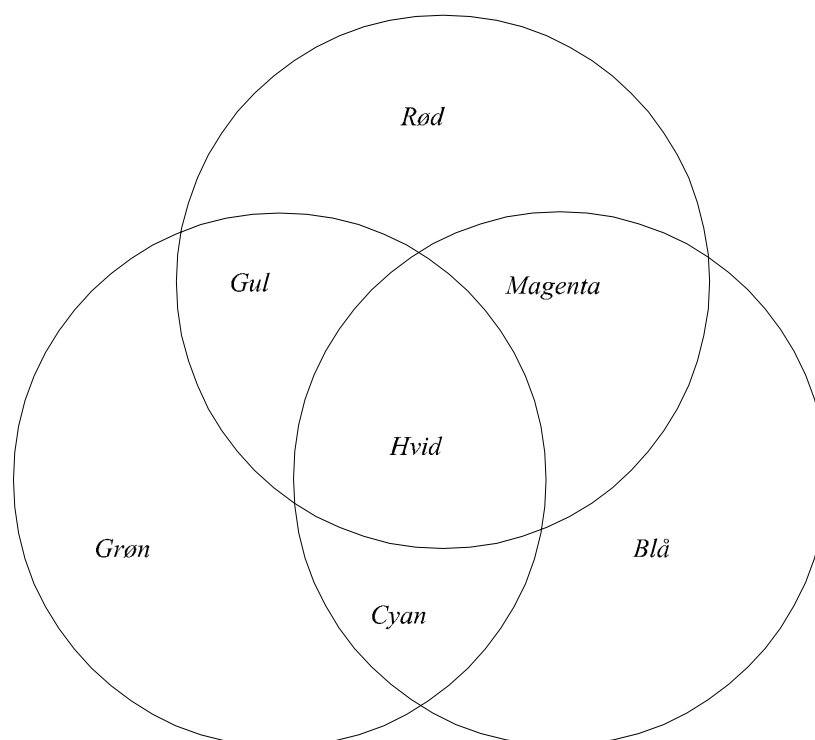


Fig. 9

Additiv farveblanding

Farve teori.

Lys har tre dimensioner; farvetone, farvemætning og lysintensitet. Se fig. 10

Som vi så tidligere kommer der forskellige farver, når man sender sollys gennem et prisme. Hver farve har sin egen bølgelængde eller farvetone (HUE).

Farvemætningen er et udtryk for, hvor meget hvidt der er i en bestemt farve. En ren farve der er 100% mættet indholder intet hvidt.

Med lysintensitet menes der den mængde energi, der udsendes fra en farve. Er energien lille opfattes farven som svag, er energien stor, opfattes den som klart lysende.

Fænomenet kendes fra det tidligere omtalte tusmørke, hvor farverne forsvinder mere og mere efterhånden som lyset forsvinder.

Farvetemperatur:

Alle lyskilder har en bestemt farvetemperatur d.v.s. at en overvejende del af lyset, indeholder en stor mængde energi af lys med en bestemt bølgelængde. Normalt kan vi ikke se hvilken farvetemperatur lyset har, fordi øjet og vores hjerne tilpasser sig.

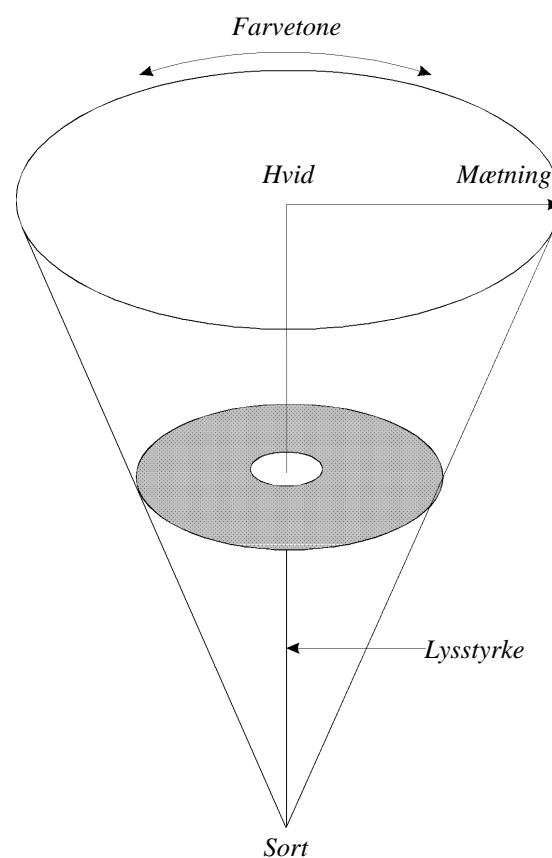
Alligevel kender vi alle det fænomen, at man har valgt en farve i stormagasinet kunstlys, når så den samme farve kommer frem i dagslys, har den ændret fuldstændig karakter. Dette skyldes netop at øjet tilpasser sig det omgivende lys, således at vi altid opfatter hvidt lys som værende hvidt, hvad det ikke er.

Definition.

Farvetemperatur udtrykkes i Kelvin grader K° ved en bestemt temperatur. Definitionen udtrykkes således:

„Når et legeme med en absorptions faktor på 100% opvarmes, udsender det lys. Det udsendte lys har et farvespektrum, der alene er afhængig af den temperatur til hvilket det er opvarmet“.

Ved $1000^\circ K$ ($727^\circ C$) optræder lys rødt, ved stigende temperatur går det fra rødt til orange ($2000^\circ K$), gult ($2800^\circ K$), hvidt ($5600^\circ K$) og til sidst blåt.



De tre farveelementer, mætning, farvetone og lysstyrke. Fig. 10

Hvis lyset fra et sort legeme der er opvarmet til $3200^\circ K$ har samme farvetemperatur som lyset fra en Halogen lampe, siges Halogenlampen at have en farvetemperatur på $3200^\circ K$.

Farvekameraet.

Farvetemperatur begrebet er vigtigt i forbindelse med farvekameraer, fordi disse ikke som det menneskelige øje, selv kan kompensere for forskellige farvetemperaturer i hvidt lys. Er kameraet indstillet til dagslys vil billeder optaget i kunstlys optræde rødlige, og omvendt vil billeder optaget i dagslys optræde blålige, hvis kameraet er indstillet til kunstlys.

TV-signalet.

TV-signalets opbygning.

Ved gengivelse af levende billeder udnytter man øjets træghed. Når en række enkeltbilleder vises i en hurtigt skiftende sekvens, får man indtryk af en jævn bevægelse. Optager man eksempelvis en fugl i flugt med 25 billeder i sekundet, vil man på grund af øjets træghed opfatte fuglens flugt i luften som en jævn bevægelse.

I et filmkamera bliver filmen udsat for lys i korte glimt. For at få gengivet disse billeder skal filmen fremkaldes i en kemisk proces.

Videokameraet omsætter det indfaldende lys, direkte til et elektrisk signal.

Når det fotoledende lag belyses løber der en strøm i kredsløbet, der er direkte proportional med det indfaldende lys styrke.

Denne strøm giver anledning til en spændingsvariation over belastningsmodstanden. Belyses den fotofølsomme

flade med helt hvidt lys, får man den største strøm i kredsløbet og dermed det største spændingsfald. Som tidligere vis ved hjælp af Ohm's lov, $U = R \times I$, er der direkte proportionalitet mellem strømmens størrelse og spændingen over en fast modstand. Den strøm der løber i kredsløbet er meget lille, de spændingsvariationer der opstår bliver derfor meget små. Det er spændingsvariationerne der danner grundlaget for det endelige videosignal.

De forstærkere der skal behandle signalet skal dels være meget kraftige og dels være meget støjsvage.

Når en kamera fabrikant oplyser om nye tekniske land-vindinger er det næsten altid kvaliteten af kameraets forforstærkere de omtaler, som noget af det vigtigste. Ikke uden grund, idet det er forforstærkerne der danner grundlaget for det færdige videosignals signal/støjforhold (s/n).

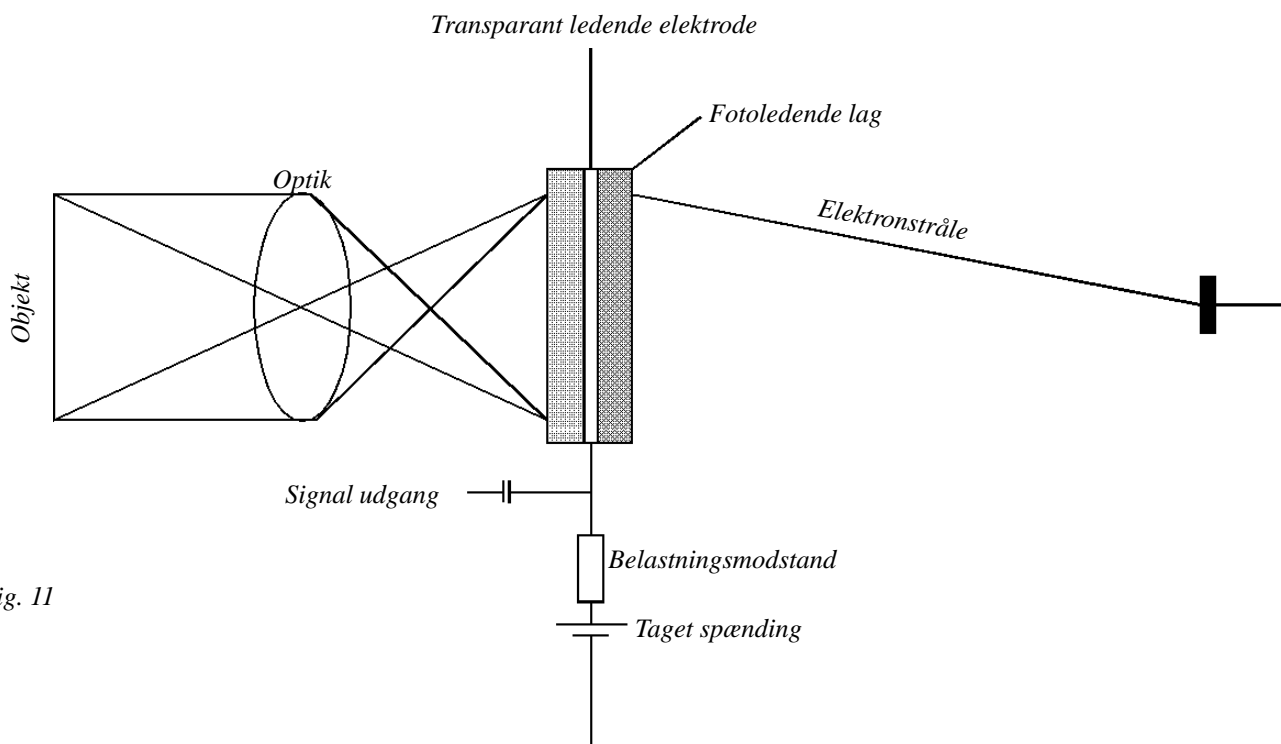


Fig. 11

TV-signalet.

En film gengives med 24 billeder pr. sekund. For at undgå flimrer (flikker) lukker man af for lyset mellem 2 og 3 gange indenfor hvert billede. I praksis betyder det, at man viser det samme billede 3 gange. På den måde spare man råfilm.

Samme teknik anvendes for at undgå et flimrende TV-billede, dog med en lidt anden teknik.

Et komplet TV-billede består af to delbilleder (fields) og der vises 25 billeder(frames) pr. sekund. Hvert billede er opbygget af 625 linier. I første delbillede (field) vises kun hveranden linie, i næste delbillede vises så de resterende linier. Tilsammen danner de to billeder (fields) det komplette billede (frame). Vores øje opfatter ikke at der er to delbilleder, men kun et. Det giver indtryk af et flimrerfrit billede.

I moderne fjernsyn er man begyndt at anvende en 100 Hz teknik, hvilket betyder at man viser det samme billede (frame) to gange. Det giver indtrykket af et meget skarpt og stabilt billede.

På film repræsenterer en frame et komplet billede, hvorimod et TV-billede er opbygget af små billededelelementer, der skanderes af en elektronstråle med så stor en hastighed, at man får indtrykket af et komplet billede.

En TV-linie består af 833 skanderings punkter og det tager elektronstrålen 64μ sek. (mikrosekunder) at skanne en linie.

Det tager 20 millisekunder at danne et delbillede (field):

$$312,5 \text{ linier} \times 0,000064 = 0,020 \text{ sekunder} = 1/50 \text{ sekund}$$

Til at danne et komplet billede (frame) skal der altså bruges den dobbelte tid 1/25 sekund.

I PAL systemet er der teoretisk set $(833 \times 625) = 520.625$ billededelelementer pr. billede.

Når der i et sekund dannes 25 billeder, svarer det til at der skal overføres:

$$520.000 \times 25 = 13 \text{ mill. billedpunkter pr. sekund.}$$

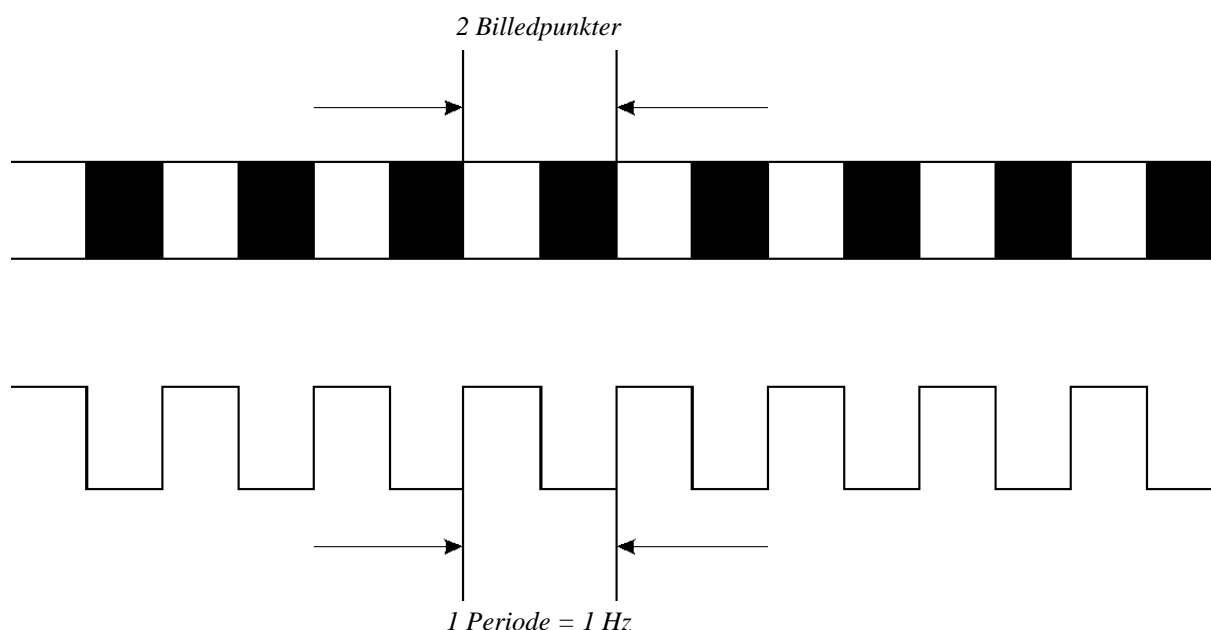


Fig. 12

TV-signalet.

Interlacing.

Hvis to billedpunkter tilfældigt svinger mellem sort og hvid, svinger det elektriske signal ligeledes mellem sin største og mindste værdi.

Den maksimale frekvens må derfor være:

$$13.000.000 : 2 = 6.500.000 \text{ Hz eller } 6,5 \text{ MHz.}$$

I praksis forekommer dette ekstreme tilfælde ikke vedvarende. I TV-normen har man derfor indskrænket den øvre grænsefrekvens til 5 MHz.

I field 1 skannes alle de ulige linier startende med linie 1 i øverste venstre hjørne, herefter linie 3, 5, 7 o.s.v.

I field 2 skannes alle de lige linier startende med en halv linie midt øverst på billedet, herefter linie 2, 4, 6, 8 o.s.v. Denne teknik kaldes interlacing.

Horisontal drive.

For at være sikker på, at alle linier bliver skannet på det rette sted og billedet bliver skiftet på rette tidspunkt, er det nødvendigt at indføre nogle synkroniseringssignaler. Linieskiftet bliver udført af liniesynkroniseringsimpulsen, i daglig tale kaldes denne puls HD, horisontal drive.

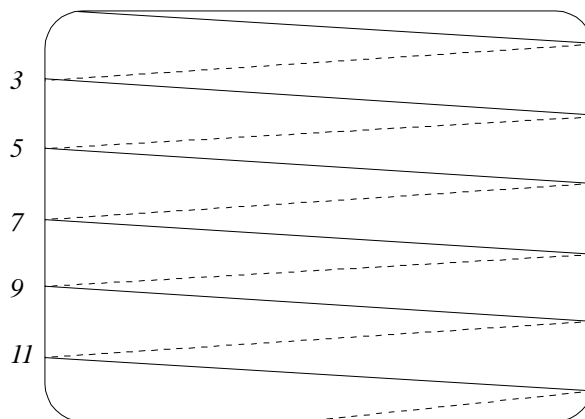
Vertikal drive.

Vi ved at der er 625 linier i et billede og at der bliver dannet 25 billeder pr. sekund. Liniesynkroniseringsimpulsen skal derfor have en frekvens på:

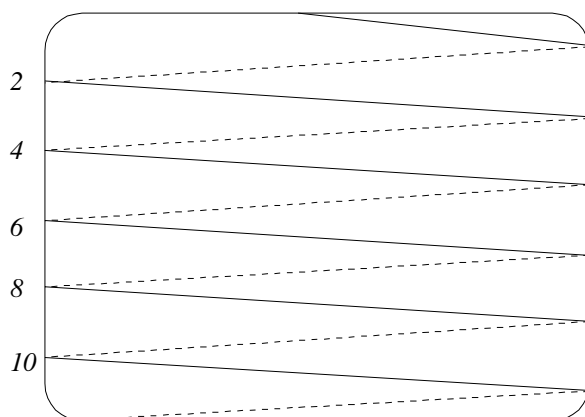
$$625 \times 25 = 15.625 \text{ Hz}$$

Der bliver dannet 50 delbilleder pr. sekund d.v.s. at billedskift frekvensen skal være 50 Hz. Denne impuls er benævnt VD, vertikal drive.

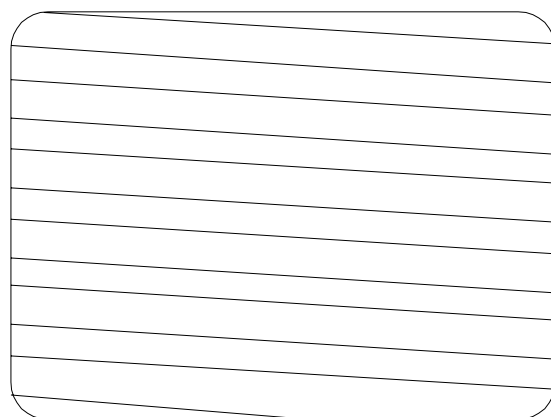
A. Ulige liniers skanderings field



B. Lige liniers skanderings field.



C. A + B sammen = 1 billed = frame



Line interlacing process

Fig. 13

TV-signalet.

Blanking.

Som tidligere omtalt er det en elektronstråle der skandere billedet. Når elektronstrålen har skannet en linie, skal den tilbage og skanderer den næste linie, det er derfor nødvendigt at slukke elektronstrålen, hver gang den går tilbage for at starte en ny skandering. Til dette formål anvender man en blankingpuls, med samme frekvens som liniefrekvensen.

Når billedet er færdig skanderet skal elektronstrålen tilbage til toppen af billedet for at begynde en ny skandering. Det tager naturligvis længere tid for elektron-

strålen at bevæge sig fra bunden af billedet til toppen, end det tager at bevæge sig tværs over skærmen som ved linie blanking. Men begge signaler har fået samme betegnelse BL, der står for blanking.

Blanking impulserne ligger h.h.v. før og efter det egentlige videosignal. Det betyder at en del af den fulde linie på 64 μ sek bliver brugt til blanking, den del af linie-skannet der er tilbage, bliver brugt til det egentlige videosignal, ca. 52 μ sek.

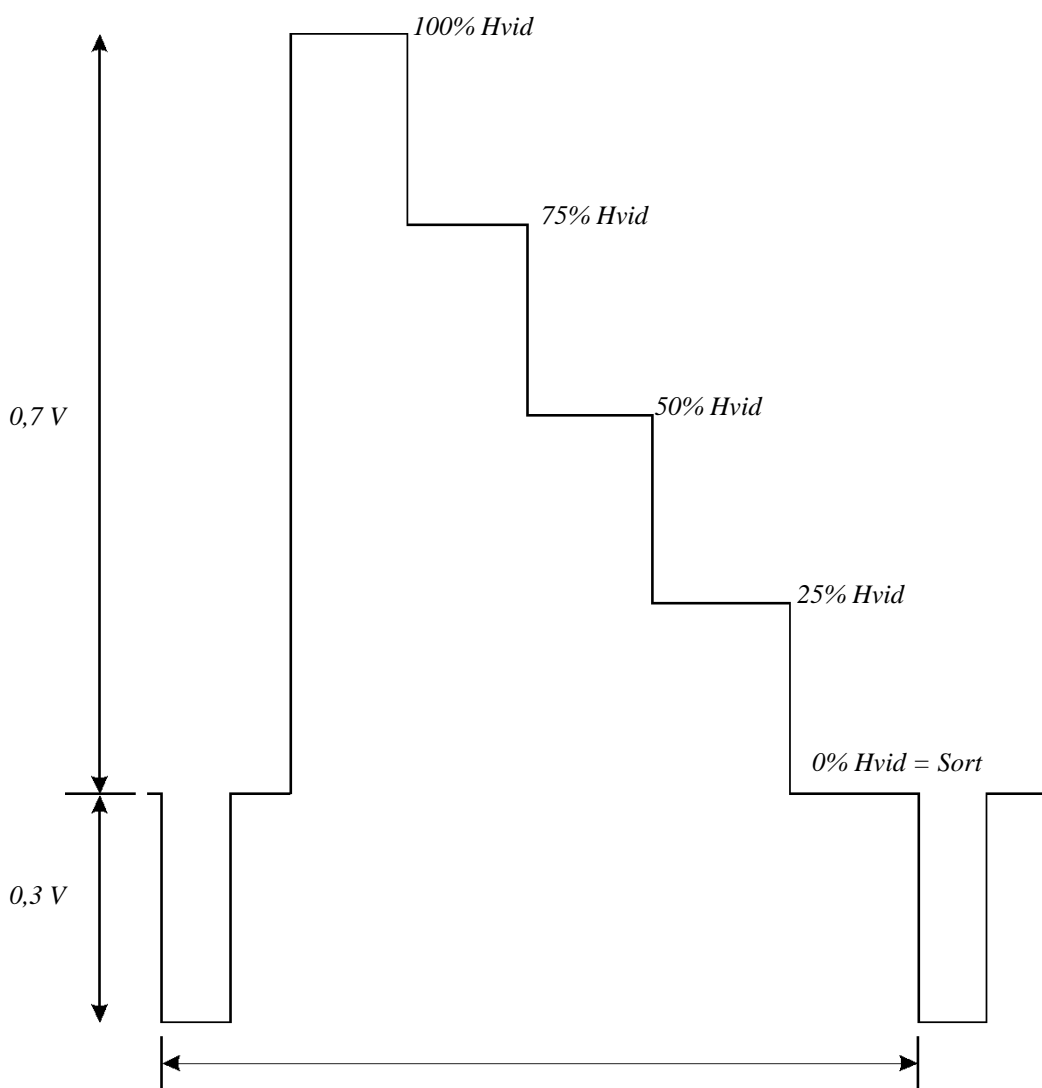


Fig. 14

1 linie = 64 mikrosekund

TV-signalet.

Farvekameraet.

Som vi allerede har set, består lys af tre elementer, lysstyrke, farvetone og farvemætning. Når et kamera alene arbejder på baggrund af lysstyrken, dannes der et sort/hvid billede.

Men vi ved også at lys kan opdeles i farvekomponenter, i farvekameraet de tre grundfarver eller komplementærfarver Rød, Grøn og Blå. I realiteten består et farvekamera af tre sort/hvid kameraere, der hver behandler en af de tre grundfarver.

I det følgende er farvekameraet beskrevet, ikke i detaljer,

men i blokdiagramform. Se fig. 15. Umiddelbart efter objektivet er der anbragt et prismesystem, der er istand til at adskille det indkommende billede i dets tre primærfarver rød, grøn og blå. Det blå indhold af billedet bliver reflekteret i det første prisme og sendt op til den øverste CCD celle. Rødt passerer uhindret gennem det første prisme, men bliver reflekteret af det sidste prisme og sendt ned til den røde CCD. Det grønne indhold i billedet passerer uhindret gennem alle tre prizmer til den grønne CCD celle. I princippet er der ingen foreskel i signalbehandlingen mellem et CCD- og et rørkamera.

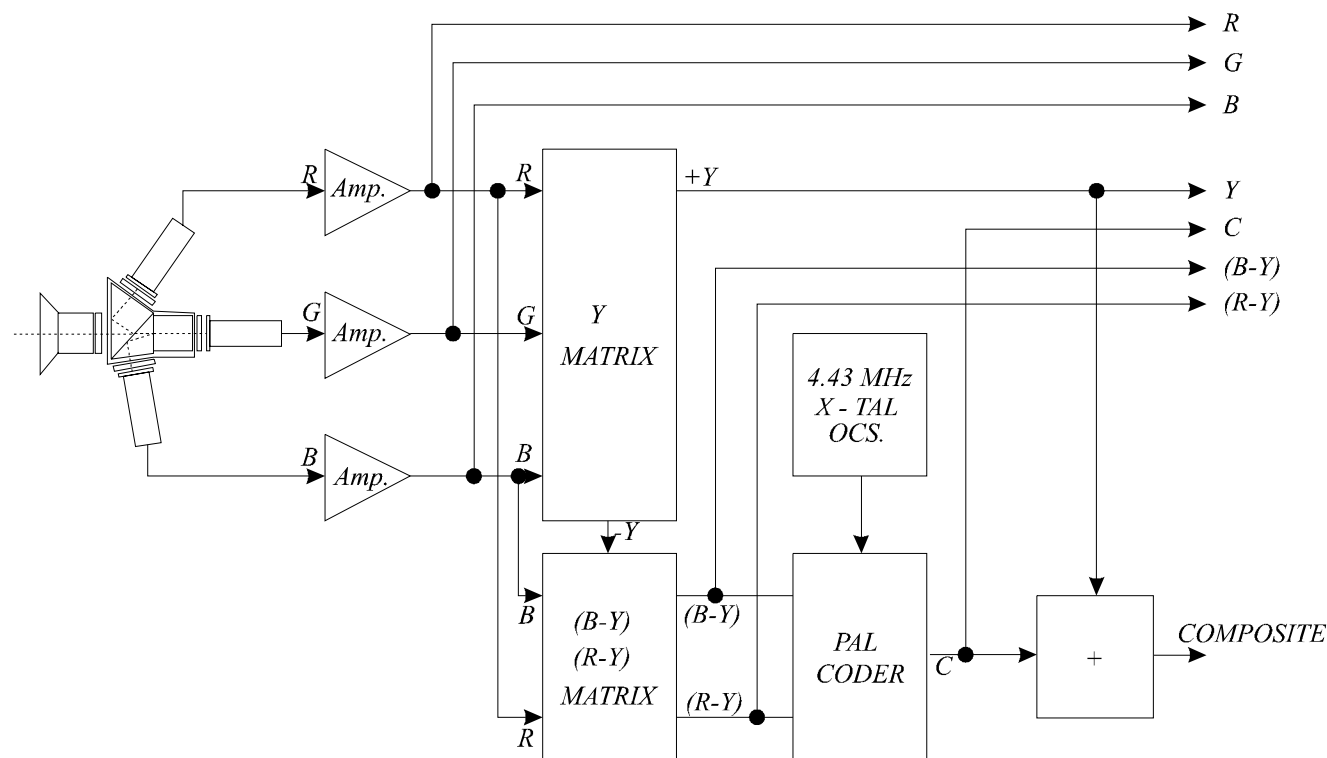


Fig. 15

TV-signalet.

CCD Kameraet.

Efter CCD cellerne sidder der tre forforstærkere, der forstærker de meget svage videosignaler, så de kan anvendes enten direkte som RGB signaler til f.eks. en frame-grabber i en computer, eller de sendes videre til Y Matrixen.

Hovedet formålet med Y matrixen er at få dannet et Y signal. Men blokken indeholder også forskellige andre kredsløb. I et ideelt system vil farveseparationen i prismet være total, d.v.s at det kun er lys med rødt indhold der kommer til rød CCD, og lys med blåt indhold der kommer til blå CCD o.s.v. Men i virkeligheden „slipper“ der rødt med i blå-kanal og omvendt, og rødt og blåt med i grøn kanal. Disse andele skal udbalanceres i Matrixen. I matrix blokken sidder også forstærkningskontrollen,

den der bestemmer om vi skal arbejde med 0, +6 eller +18dB gain.

I moderne kameraere sidder der et kredsløb der hedder „knee-compression“, dette kredsløb komprimerer kraftige højlys, det klipper ikke. Når man skal tage et korrekt belyst billede af et motiv der indeholder f.eks. himmel med skyer, ville man på almindelige kameraer uden „knee-compression“ få et billede der er kraftigt overbelyst, i den del hvor der er himmel, uden konjekterer af skyer. Med „knee-compression“ vil højlyset blive komprimeret og man vil kunne se både skyer og himmel. Kameraer med dette kredsløb kan behandle billeder der er overbelyst med op til 600%.

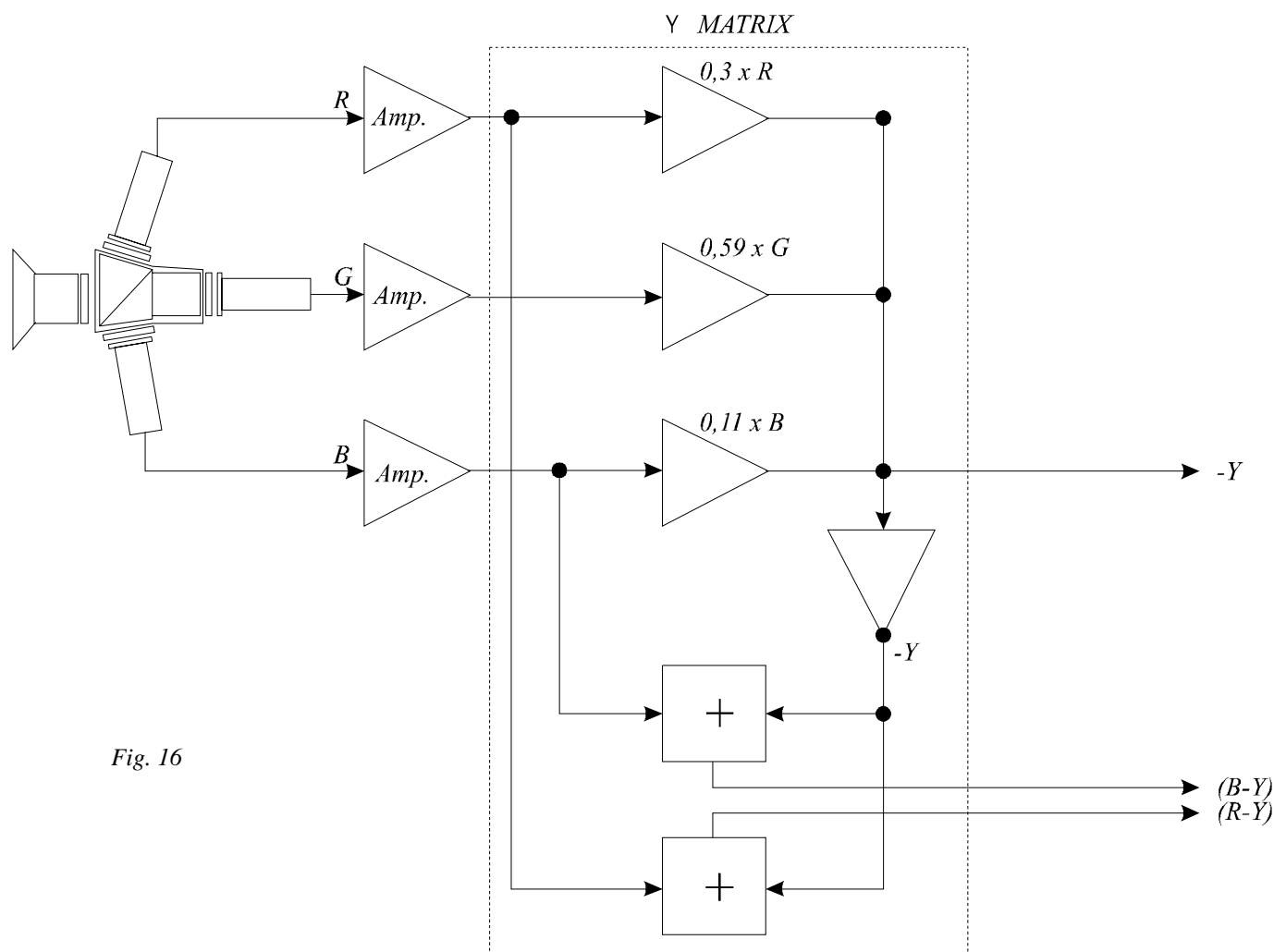


Fig. 16

TV-signalet.

Gamma.

Et andet vigtigt kredsløb der er indeholdt i matrix blokken er „gamma korrektionen“.

Se fig 17 gammakorrektion.

Når vi ser på en colourbar og fjerner farverne har vi en gråtrappe (Se fig.18 gråtrappe)

Trinene i gråtrappen er ikke lige store, de følger kurven i fig. 17. Store spring i hvidt, mindre spring i gråt og større spring i sort.

Med „knee compression“ og „gamma“ kredsløbet øger man dynamikken i billedet. Målet er at opnå samme dynamik, som man har på film.

Når man overspiller spillefilm til video er det netop „gamma“ kredsløbet man justerer på for at få tegning i mørke passager i filmen.

Udaf Y Matrix blokken har vi nu et Y signal der er sammensat af 30% Rød, 11% Blå og 59% Grøn.

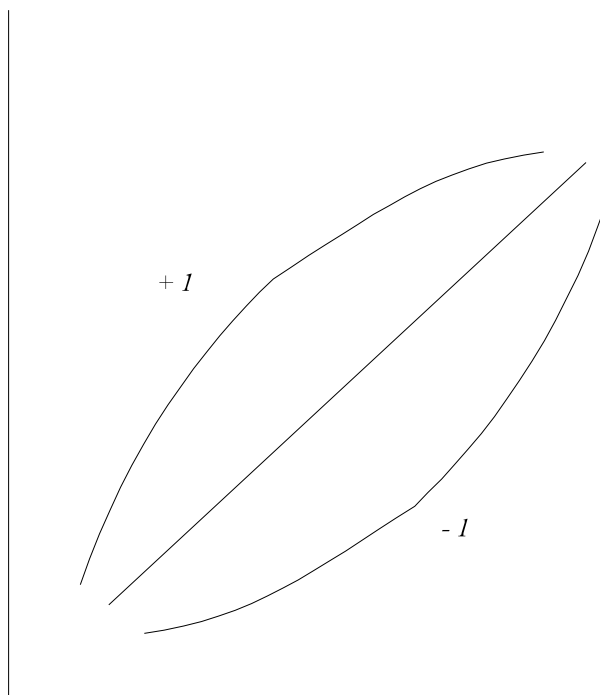
$$Y = 0,3R + 0,11B + 0,59G$$

Sammen med Y signalet har vi det inveterede Y-signal (-Y). Dette signal skal anvendes i (R-Y)/(B-Y) Matrixen til at danne „component“ signaler (R-Y) og (B-Y). Se Fig.16.

Efter en passende forstærkning af de tre signaler Y, (R-Y) og (B-Y), kan disse anvendes til direkte indspilning på en videobåndmaskine, Betacam, MII eller et digitalt format.

Skal signalet indspilles på en videobåndmaskine med videoindgang skal vi bruge et sammensat videosignal „composite“, d.v.s. et videosignal der både indeholder „luminance“ information og „chrominance“ information.

Y og C signalet adderes og danner det endelige composite videosignal.



Gamma korrektionskurve.

Fig. 17

TV-signalet.

Sort/Hvid signal

Farve signal

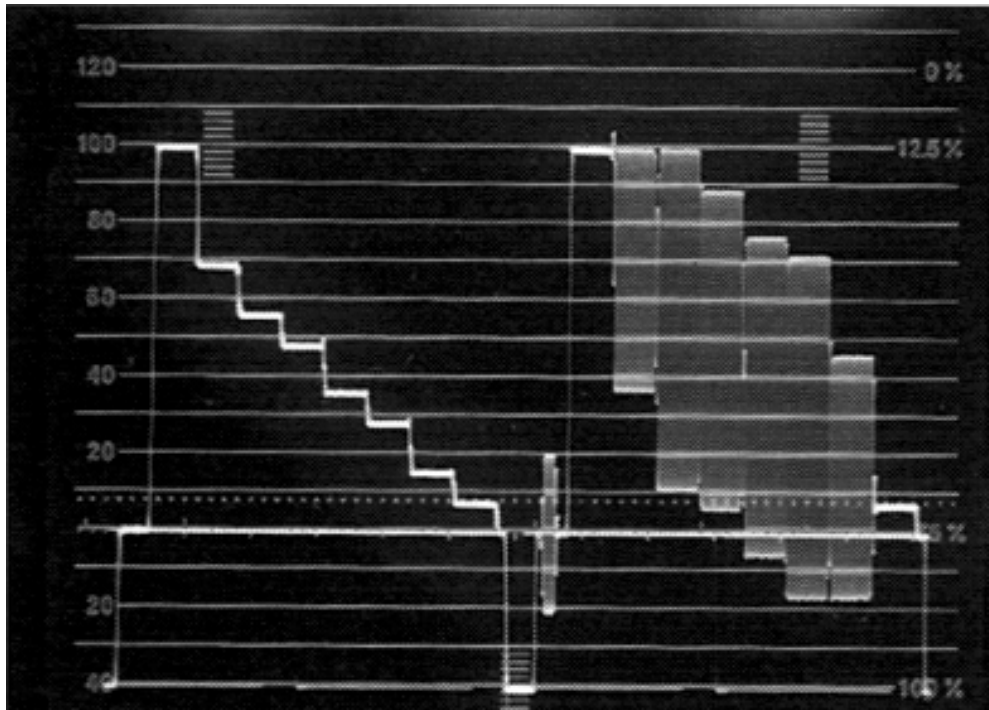


Fig. 18 Waveform billed af videosignal.

TV-signalet.

Farvekameraet og farvetemperatur.

I de fleste studier anvender man kunstlys med en farvetemperatur på 3200 K. Det betyder at alle hvide objekter vil have en farvetemperatur på 3200 K. Det skyldes at hvide objekter reflekterer alle bølgelængder lige godt. Går man fra kunstlys til dagslys vil det menneskelige øje ikke opfatte nogen foreskel i lysets farvetemperatur, fordi vores øjne tilpasser sig det omgivne lys.

Et farvekamera derimod kan ikke umiddelbart tilpasse sig det omgivne lys farvetemperatur. Her må kamera-brugeren gribe ind.

For at have et referencepunkt har man for farvekameraere defineret en standard hvid som 6500 K. Når et kamera ser et standard hvidt objekt skal energifordelingen af de tre primære farver R, G og B være lige store. Se fig. 19.

Er disse betingelser opfyldt vil kameraet reproducere et korrekt hvidt billed.

Ændre vi nu farvetemperaturen f.eks. til 3200 K vil energifordelingen blive som i fig. 20. I dette tilfælde vil kameraet reproducere et billed der vil være gulligt. Hvilket igen betyder at ingen farver vil blive reproduceret korrekt.

For at sikre at betingelsen $B = G = R$ er opfyldt uanset hvilken farvetemperatur der arbejdes med, er det nødvendigt at kunne korrigerer for disse forskelle.

Der er tre metoder der anvendes i farvekameraet.

- 1) Elektronisk kompenserung
„White Balance“.
- 2) Optiske filtre. Normalt 3200°K og 5600°K eventuelt kombineret med et ND filter.(Neutral Density)
- 3) En kombination af de to metoder.

Stort set alle moderne kameraer har automatisk „White Balance“ og et filterhjul med tre eller 4 filtre. Filtrene er normalt til 3200°K kunstlys og 5600°K udendørs lys. I mange tilfælde er der indbygget et 25% eller 50% ND filter i kombination med udendørs filteret. Det skyldes at kameraerne er så lysfølsomme at det i nogle tilfælde er nødvendigt at dæmpe det indfaldende lys.

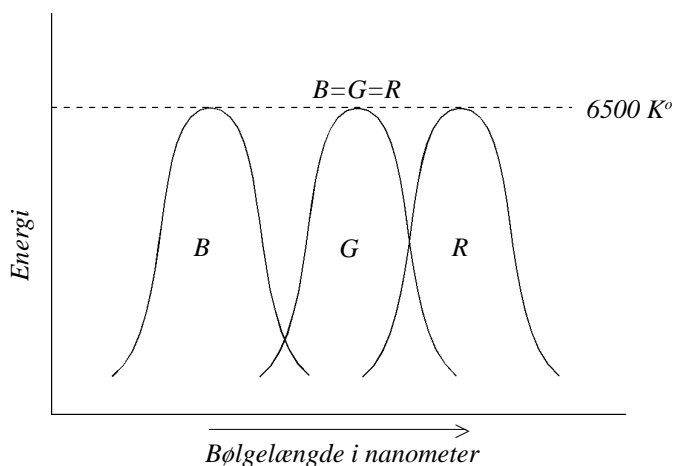
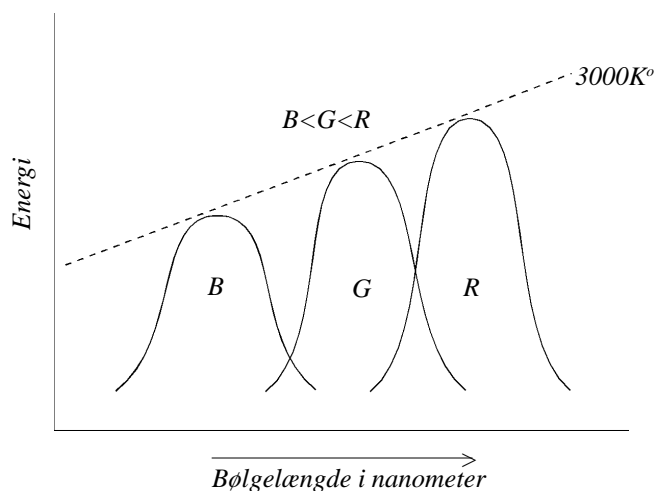


Fig. 19 Korrekt hvidbalance ved 6500K°



Energifordelingen af de tre primære farver, i forhold til standard hvid, er "skæv" p.g.a. ukorrekt hvidbalance.
Fig. 20.

TV-signalet.

Hvordan kontrolleres hvidbalancen?

En monitor giver ikke et retvisende billede af om hvidbalancen er korrekt, den kan højst fortælle, hvis der er noget helt galt.

I de fleste tilfælde må man stole på kameraets automatiske hvidbalance.

Den bedste måde at kontrollere hvidbalancen på, er med et vector scope. Her får man et nøjagtigt billede af kameraets evne til at reproducere en korrekt hvid. Med vector scopets magnifying skruet op kontrolleres centerprikken. Er prikken jævnt rund, er farvebalancen korrekt justeret.

Har man ikke et vector scope kan man anvende en waveform monitor.

I fig. 18 kan vi se at der, hvor der er hvidt og sort i videosignalet er der ingen farvebærebølge (4,43MHz.) Anvender vi nu denne viden i praksis kan vi rette kameraet mod en hvid flade under de givne lysforhold, og se på videosignalet.

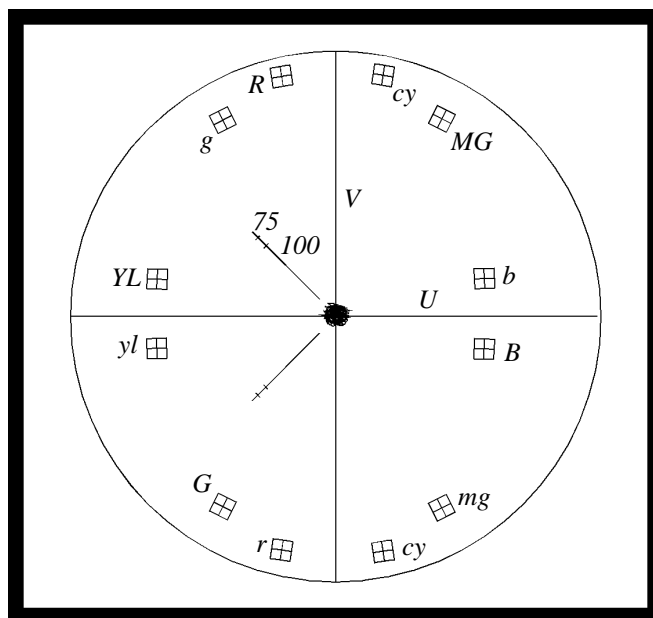
Ser signalet ud som i fig. 22 kan vi se at der er en rest farvebærebølge tilbage i signalet, hvilket betyder at farvebalancen ikke er korrekt.

Er der tilsluttet en kamerakontrol enhed (CCU) til kameraet kan vi justere den røde og blå gain, så den sidste rest af farvebærebølgen bliver fjernet. Når man foretager denne justering er det vigtigt at sikre at kameraet ikke bliver overstyret, d.v.s klipper i hvid. Dette sikre man ved at køre blænden op og ned til man er sikker på at kameraets hvidklipper ikke er i funktion.

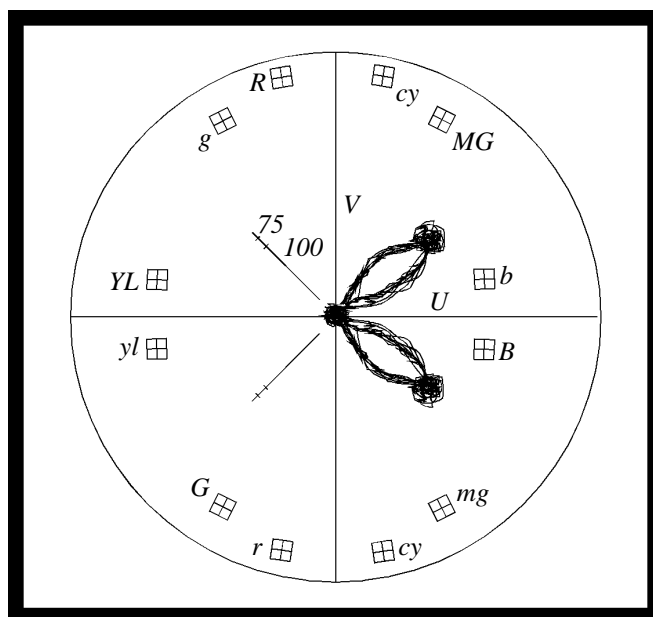
Hvordan kontrolleres sortbalancen?

Når sortbalancen skal kontrolleres er det også her nødvendigt at anvende et vector scope, hvis man ikke vil stole på kameraets automatik. Før man kontrollerer sortbalancen er det vigtigt at sikre at kameraet ikke klipper i sort. Det vil sige at sort i den aktive del af videosignalet skal være hævet i forhold til sync generatorens sortniveau, dog ikke mere end at man kan se at aktiv-sort er løftet fri af sync-sort.

På vector scopet kontrolleres sortbalancen med magnifying funktionen. Når prikkerne i midten er fuldstændig sammenfaldende altså jævnt rund, er sortbalancen korrekt justeret. Kontrollen foretages med blænden helt lukket, eller hættten på objektivet.



Korrekt hvid- eller sortbalance, med Mag. i maximum
Fig. 21



Ukorrekt hvid- eller sortbalance, med Mag. i maximum.
Fig. 22

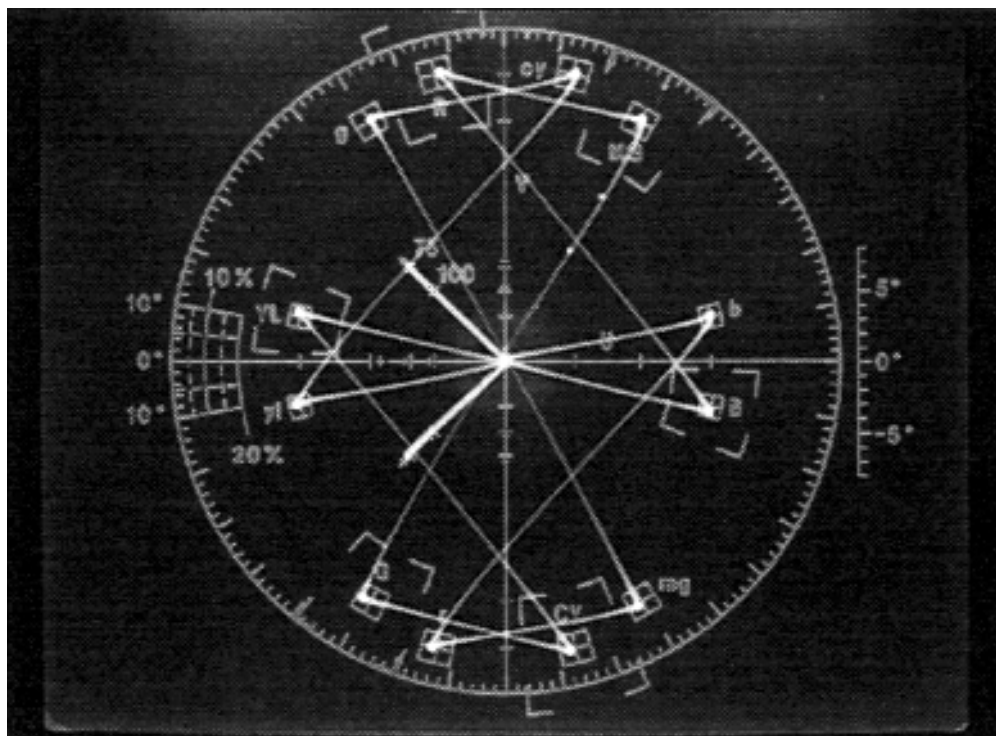
TV-signalet.

Har man ikke et vector scope kan sortbalancen kontrolleres med en waveform monitor. Da vi ved at der ikke skal være nogen farvøbølge i sort, kan vi kontrollere sortbalancen på samme måde som vi gjorde ved kontrol af hvidbalancen.

Er der tilsluttet en CCU til kameraet, justeres sortbalancen med pedestalen for h.h.v rød og blå.

Registrering.

Registrering er en justering der kun foretages på rørkameraer. I et farvekamera med tre rør skal man sikre at billederne fra de tre rør er fuldstændig sammenfaldende. Dette kontrolleres ved at rette kameraet mod et hvidt kort med et gittermønster. Er der en registreringsfejl vil en af farverne rød eller blå, eller begge være forskudt horisontalt/vertikalt i forhold til den grønne. De fleste 3-rørs farvekameraer har en automatik, der hvis kameraet rettes mod et motiv der indeholder både lodrette og vandrette linier, vil kunne korrigerer eventuelle registreringsfejl.



Korrekt SC-phase justeret kamera, mixer, TBC eller ligende.

Fig. 23

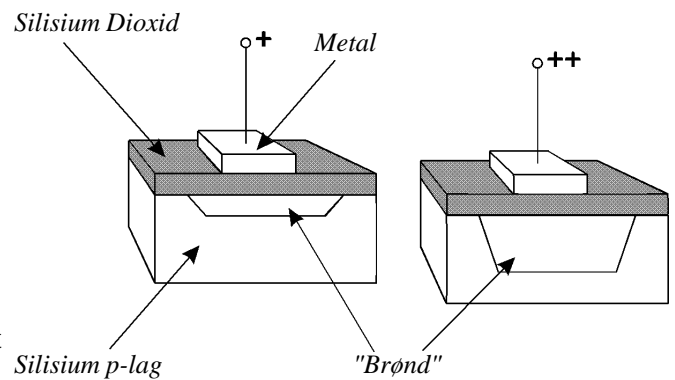
CCD - kameraet.

CCD kameraet.

I rørkameraet bliver billedet, der er dannet på den fotofølsomme flade aftastet ved hjælp af en elektronstråle. Strømmen i elektronstrålen varierer i takt med lysintensiteten på den fotofølsomme flade.

CCD kameraet består i det væsentlige af de samme elementer som et rørkamera, bortset fra at billedet bliver dannet på en fotofølsom flade der ikke er homogen, men derimod består af selvstændige, lysfølsomme elementer der kaldes „pixels“. Hver pixel er et halvleder element, der har den egenskab, at den opbygger en ladning der er proportional med det lys der rammer den. CCD står for „Charge Coupled Device“ eller frit oversat en ladningskoblet enhed. Det specielle ved en CCD er, at man kan flytte en ladning fra en celle til en anden, ved hjælp af en ekstern spænding.

CCD-element. (pixel)



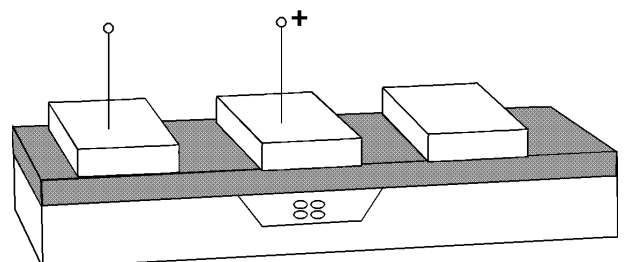
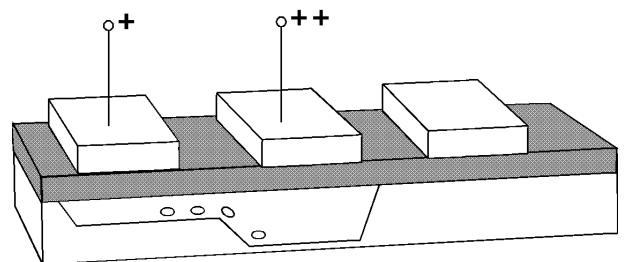
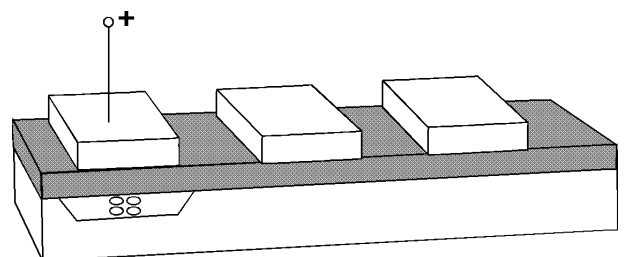
MOS Kapacitet.

Metal Oxide Semiconductor (MOS) kapacitet bliver fremstillet ved at pådampe en metal elektrode, isoleret af en film af silicium dioxid, på et stykke positivt silicium (p-type silicium). Hvis man påtrykker en positiv spænding til metalelektroden, bliver der lige under overgangen mellem elektroden og siliciumskiven dannet et tomt område, der kaldes en lav energi brønd. Frie elektroner der er i nærheden af sådan en lav energi brønd, vil straks søge ned i brønden, som vand der bliver hældt i en tom spand. Det mest interessante ved en MOS kapacitet er, at øger man spændingen på elektroden bliver det tomme område større, hvilket betyder der kan være flere elektroner i brønden.

TRANSFER CLOCK

Anbringer man nu en hel serie af MOS kapaciteter ved siden af hinanden på et stykke p-type silicium, sker der noget specielt.

Påtrykker man f.eks +5 volt til den første elektrode, dannes der en brønd, der hvis der er frie elektroner til stede hurtigt vil blive fyldt. Sætter man nu f.eks +10 volt til den anden elektrode, bliver brønden her dybere. Elektronerne fra brønd 1 vil flyde til brønd 2. Fjerner man nu spændingen fra brønd 1 og reducerer spændingen på brønd 2 til +5 volt, vil ladningen være fanget i brønd 2.

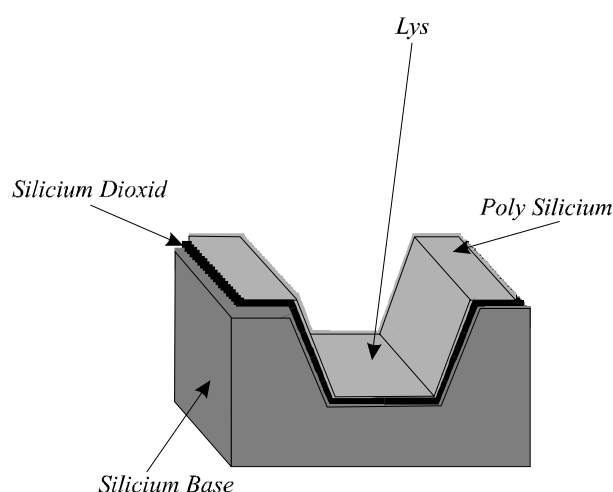


CCD - kameraet.

Vi har nu flyttet en ladning fra en celle til en anden. Fortsætter vi nu med de resterende elektrode, vil der ske det samme. Hele ideen med dette er at kunne flytte en ladning fra en celle igennem hele rækken af celler som en pakke. I praksis sker dette ved at tilføre cellerne en række af spændingspulser. I CCD kameraet kaldes denne række af spændingspulser „TRANSFER CLOCK“. Indenfor elektronikken kaldes denne måde at flytte ladninger på et analogt „shift register“.

Foto-sensor.

Man kan også benytte silicium til at fremstille foto-følsomme enheder. Til dette anvendes der en tre lags struktur af polysilicium. En gennemsigtig og ledende form for silicium sammen med silicium dioxid og silicium. Det lysfølsomme område kaldes en foto-sensor. I dette område omdannes fotoner (lys) til ladning, der er proportional med lysets styrke. Ladningen i de enkelte celler flyttes ved hjælp af et analogt shift register.



CCD cellen.

Vi har nu set, hvordan det er muligt at fremstille en fotofølsom halvleder-celle og hvordan det er muligt at flytte ladninger rundt mellem de enkelte celler. For at kunne bygge et kamera, er det nødvendigt at have en celle, der kan optage et komplet billede. Til det foremål skal vi bruge et helt område af foto-celler. Til at flytte ladningen fra de enkelte celler til udgangen skal vi bruge et analogt shift register. Med disse to betingelser opfyldt er der skabt et CCD element, der kan sammenlignes med kamerarøret.

Inde i CCD elementet skal der være to typer af CCD celler. Først fotocellerne, hvor ladningen bliver dannet ved hjælp af det indfaldende lys. Derefter lagerings-cellerne, hvor ladningerne bliver transporteret igennem til udgangen.

De to mest anvendte metoder til at transportere ladninger igennem et CCD element til udgangs terminalen er: FRAME TRANSFER og INTERLINE TRANSFER.

CCD - kameraet.

Frame Transfer.

Frame Transfer teknikken blev brugt i det første CCD kamera, udviklet af RCA. Den CCD celle der blev anvendt var en silicium chip, der var opdelt i to halvdele. En billede del og en lager del, som vist på figur 24.

Den øverste halvdel er foto-sensoren, hvor billede dannes. Den nederste halvdel er laget og udlæsnings registret.

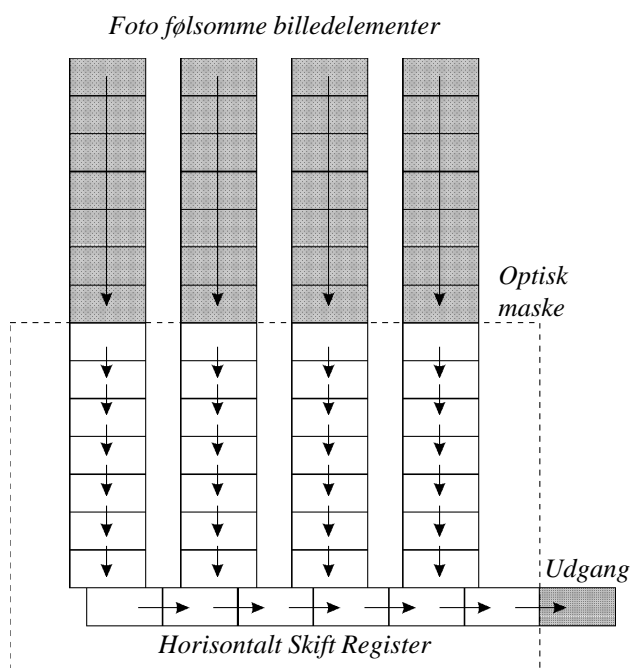
Under den vertikale blanking periode (billede skift) bliver den ladning der er dannet i foto-sensoren læst ud meget hurtigt, i den vertikale retning mod lageret.

Når fotocellerne er tømte, indeholder lageret et komplet billede. Samtidig med at der opbygges et nyt billede i foto-sensor delen, bliver lagerdelen tømt. Hver linie i lageret læses ud i det horisontale skifte register, der hver gang det er blevet tømt bliver fyldt med ny information fra den næste linie. Udlæsningen til det horisontale skift register sker under den horisontale blanking (linie skift).

Den måde Frame Transfer CCD'en er opbygget på gør at der kan være et stort antal aktive fotoceller indenfor et givet areal. Det betyder at man opnår en god lysfølsomhed. Ulempen ved en Frame Transfer CCD er at selve chipen skal være mere end dobbelt så stor som den foto følsomme flade. Det fordyrer og besværliggøre produktionen.

Hver celle i CCD'en har en dobbelt funktion. Under den vertikale udlæsning skal ladningerne fra cellerne ovenover passere i gennem den. Hvis der sker en belysning af cellen under udlæsningen, vil den ladning der opstår blive adderet til de ladninger der passere igennem. Det er derfor nødvendigt, at der i kameraer med Frame Transfer CCD'er er en lukker mekanisme der forhindrer belysning af CCD'erne under billedudlæsningen.

Frame Transfer processen skal være meget hurtig for at kunne udlæse et helt billede under den vertikale blanking. Netop på grund af denne udlæsnings metode, får man en forringet vertikal opløsning. Kameraer der er udstyret med Frame Transfere CCD'er er derfor bedst egnede til brug for still-billeder.



Frame-Transfer CCD

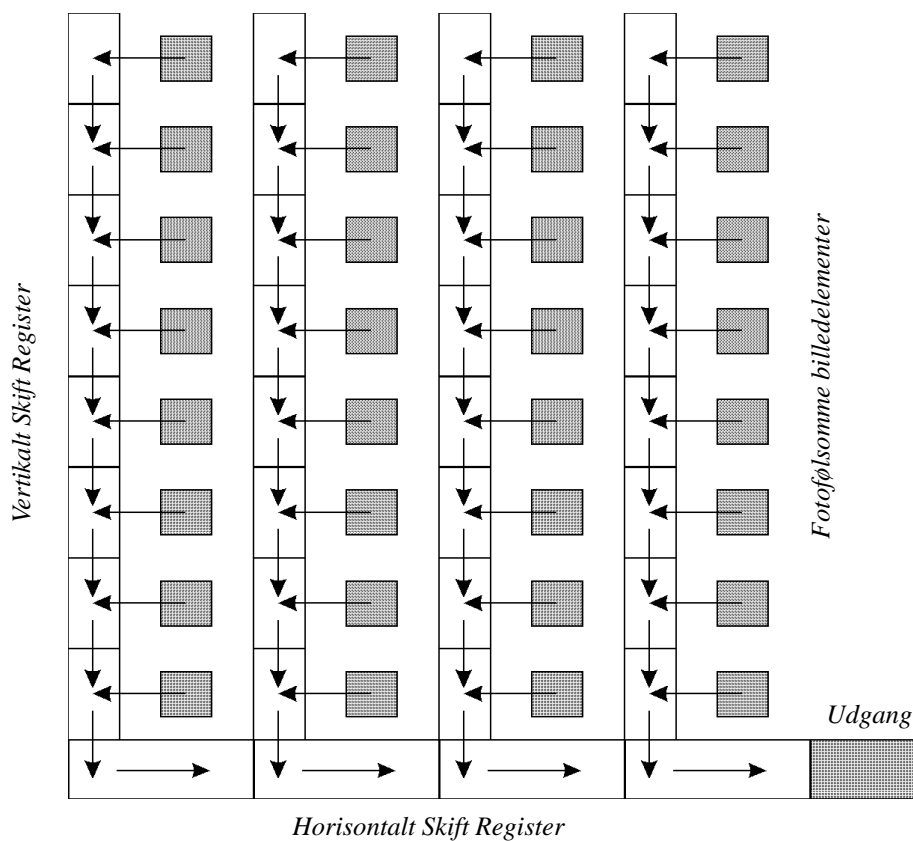
Fig. 24

CCD - kameraet.

Interline Transfer (IT)

Denne type CCD celler er opbygget som kolonner af skiftevis foto følsomme celler og vertikale skift registre. Den ladning der bliver dannet i foto cellerne flyttes ud i de vertikale skift registre under den vertikale blanking (billede skift). Ladningerne i det vertikale skift register, bliver herefter udlæst til det horisontale skift register under det horisontale blanking interval (linie skift).

Denne type CCD celler er de mest anvendte, i moderne kameraer. For at øge lysfølsomheden i CCD'en har man på de sidste nye CCD'er anbragt en linse over hvert CCD element (pixel). Fysisk er der en afstand mellem de enkelte pixels, et tomt område hvor lyset går tabt. Ved at anbringe en linse over hvert element, koncentrerer man en del af det lys der ellers vil være gået tabt, i elementet.



Interline-Transfere CCD
Fig. 25

CCD - kameraet.

Det digitale kamera.

Den nyeste udvikling indenfor kamerateknik er det digitale kamera. I stedet for at behandle signalet, der kommer fra CCD cellerne, som et analogt signal digitaliseres signalet umiddelbart efter det er kommet ud af CCD cellen.

Hvad betyder det så at signalet digitaliseres? I en A/D-konverter (analog til digital konverter) laves det analoge signal om til et digitalt signal, et signal der består af en række tal der kun kan have to tilstande „1“ eller „0“. Antallet af et-taller og nuller, samt deres indbyrdes placering giver en bestemt tal-værdi.

Digitale grundbegreber.

Digitale signaler er bygget op omkring det Binære tal system.

I det Binære tal system eksisterer der kun to værdier: „1“ (HØJ) for åben eller „0“ (LAV) for lukket. Tallene 0 og 1 kan have forskellig fysisk mening. Eksempelvis kan 1 betyde at der er et signal tilstede og 0 at der ikke er et signal, eller 1 kan betyde en positiv spænding og 0 en negativ. Med de to tal er der beskrevet en tilstand, men ingen værdi.

De to tilstande 1 og 0 kaldes Bit.

Det talsystem vi normalt arbejder med kaldes Decimal Tal Systemet og går fra 0 til 9. En talværdi kan bestå af flere tal, der er ordnet i en rækkefølge med en faldende eksponent af roden 10.

Eksempel:

$$259 = 2 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 9 \times 10^0 \\ 200 + 50 + 9 = 259$$

Det Binære Tal system.

I det Binære tal system eksisterer der kun to tal 0 og 1. Her anvendes roden 2 med en faldende eksponent.

Eksempel:

$$1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \\ 1x2^8 + 0x2^7 + 0x2^6 + 0x2^5 + 0x2^4 + 0x2^3 + 0x2^2 + 1x2^1 \\ + 1x2^0 = 256 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 1 = 259$$

Omsætning af et decimaltal til et Binært tal forgår efter følgende formel. Tallet divideres med to, hvis resultatet er et helt tal noteres et 0. Resultatet divideres med 2 igen.

Bliver det nye resultat et decimaltal noteres et 1, herefter nedrundes til nærmeste hele tal der igen divideres med 2. Processen fortsættes til resultatet bliver 0.

Eksempel:

22:2	0	Mindst betydende ciffer (LSD)
11:2	1	
5:2	1	
2:2	0	
1:2	1	Mest betydende ciffer (MSD)

22 omskrevet til et binært tal ser herefter således ud:

$$1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \\ 1x2^4 + 0x2^3 + 1x2^2 + 1x2^1 + 0x2^0 \\ 16 \quad +0 \quad +4 \quad +2 \quad +0 = 22$$

Når der her anvendes udtrykket mest og mindst betydende ciffer er det fordi det er vigtig fra hvilken side man læser det binære ord. Som vi så før har det mest betydende ciffer i det binære tal 10000011, værdien 256 medens det mindst betydende har værdien 0 eller 1.

Digitalisering af videosignaler er ikke noget nyt, teknikken har været anvendt digitale time base correctore i mange år. Standarden for det digitale video signal blev fastsat i 1981 af de to organisationer EBU og SMPTE. Den norm der blev vedtaget CCIR 601 kalder også 4:2:2 standarden, der refererer til Y, R-Y og B-Y signaler. Standarden siger:

Antallet af samples pr. aktive linie skal være :
864 for Y signalet
og
432 for h.h.v R-Y og B-Y signalet.

Med en billedfrekvens på 50 fields pr. sekund og 312,5 linier pr. field (delbilled) bliver sampling frekvensen for Y signalet:
 $312,5 \times 864 \times 50 = 13,5 \text{ MHz.}$

For R-Y og B-Y signaler bliver de tilsvarende sampling frekvenser:
 $312,5 \times 432 \times 50 = 6,75 \text{ MHz.}$

CCD - kameraet.

Hver sampling skal have en opløsning på 8 bit, hvilket vil sig 256 mulige kombinationer.

Sampling betyder det antal gang man måler på et analogt signal. En af de vigtigste grundregler indenfor sampling teknikken er udarbejdet af matematikeren Nyquist, der sagde at sampling frekvensen mindst skal være det dobbelte af den højeste frekvens der ønskes gengivet.

Quantiseringen er den nøjagtighed man måler med, d.v.s det antal bit der bruges i hver sampel. I CCIR 601 normen er det fastsat til 8-bit.

I de sidste nye digitale kameraer er man begyndt at anvende en Quantisering på 10-bit, det giver en opløsning på 1024 mulige kombinationer, eller sagt på en anden måde 1024 gråtonetrin i videosignalet.

Hvorfor anvende digital teknik.

Den mest indlysende fordel ligger i at man opnår et betydeligt forbedret signal/støj forhold. Kameraets justeringer bliver mere præcise og mere stabile. Signalbehandlingen er, som i en computer, rent regnearbejde.

Digitale videosignaler er generelt mindre følsomme over for brum, gain- og fasefejl, overhøring og alle de andre ting man er plaget af i den analoge verden.

