

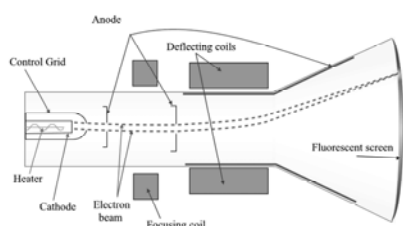
V1.0

07/10/2010

VTF / MSR

Les débuts de la vidéo : Télévision analogique

- Tube cathodique inventé 1897
- Télévision inventée vers 1920
- Un principe de la télévision : le balayage
 1. Mesurer la luminosité de chaque points de l'image *successivement* (caméra)
 2. Transmettre ces informations *successivement* (diffusion radio)
 3. Illuminer chaque points de l'écran *successivement* (écran)



07/10/2010

VTF / MSR

2



Les anglo-saxons utilisent les termes raster scan ou raster scanning pour "balayage de trame" en référence à la trame horizontale d'un tissage.

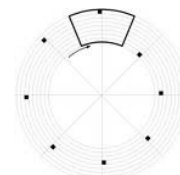
Un peu d'histoire ...

1884: Invention du disque de Nipkow, premier système d'analyse d'image par balayage :

un disque percé de trous en spirale

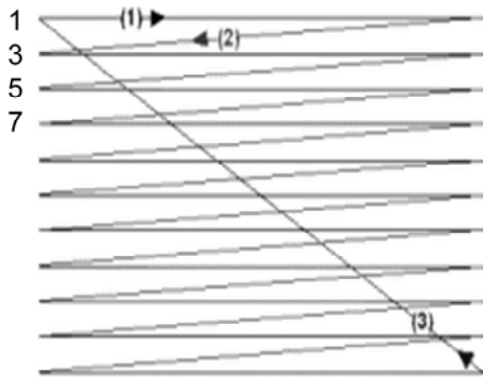
1925: Présentation des premières images en mouvement (John Baird)

1939: Premières images en couleur

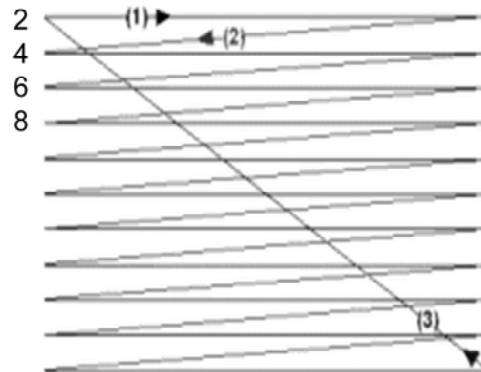


Le tube cathodique ou écran cathodique : La cathode – négative (chauffée) émet des électrons. Ceux-ci sont attirés par l'anode – positive. Le électrons frappent la surface de l'écran dont le revêtement émet alors de la lumière au point d'impact. Des bobines dévient le faisceau d'électrons afin de balayer la surface de l'écran.

Balayage de l'image dans un tube cathodique : entrelacement / blanking



Trame impaire
Odd field



Trame paire
even field

1. **Affichage d'une ligne**
2. **Retour du spot : Blanking horizontal**
3. **Retour du spot : Blanking vertical**

07/10/2010

VTF /

Computer desktop encyclopedia

Balayage de l'image – tube cathodique

On appelle spot le point d'impact du faisceau d'électron sur la surface de l'écran. On éteint le spot en coupant le faisceau d'électron.

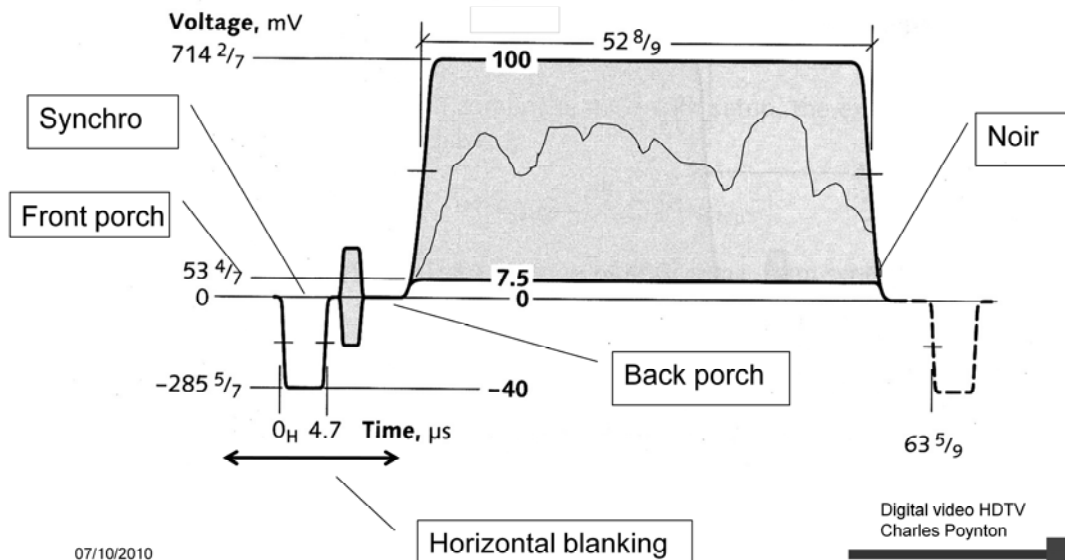
- 1 - Le spot est allumé et balaie l'écran de gauche à droite. Une ligne est affichée sur l'écran.
- 2- Le spot est éteint pendant le retour du spot à la ligne suivante => blanking horizontal
- 3- Le spot est éteint pendant le retour du spot du bas à droite au haut à gauche de l'écran => blanking vertical

Entrelacement

Les lignes impaires de l'image sont d'abord balayées (trame impaire) , puis les lignes paires sont balayées(trame paire). Ce mécanisme évite le scintillement en donnant l'impression que le nombre d'image est doublé (comme au cinéma), par exemple 25 images/s correspond à 50 trames/s.

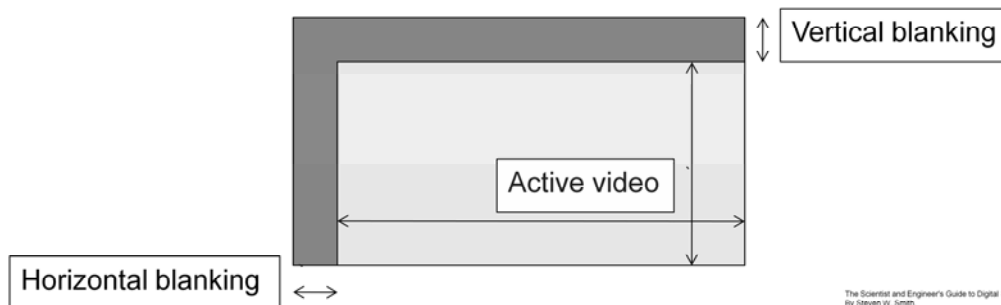
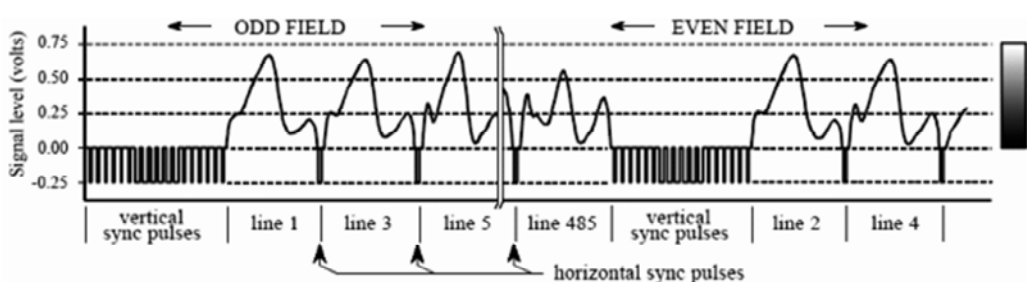
Signal vidéo analogique: synchronisation verticale

● Représentation d'une ligne de vidéo analogique



Le trait dans le rectangle gris représente l'intensité lumineuse d'une ligne de vidéo de gauche à droite de l'écran, sous forme d'un signal variant de 53mV (noir) à 714mV (blanc). Ce signal est précédé par une zone de noir à 0V avec un signal de synchronisation négatif -285mV. Cette zone de noir est appelée blanking horizontal.

Signal vidéo analogique: synchronisation horizontale



07/10/2010

VTF / MSR

The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing
by Steven W. Smith

5

Les lignes d'une trame ($485/2$ sur le dessin) sont séparées des lignes de la trame suivante par une zone de noir de longueur égale à celle de plusieurs lignes, appelée blanking vertical.

Synchronisation

- Une image vidéo doit être synchronisée
- 1. **Signaux de synchronisation externe (séparés de la vidéo)**
 1. Horizontal sync (H)
 2. Vertical sync(V)
 3. Field (F)
- 2. **Signal de synchro externe (séparé de la vidéo) combiné (H,V,F) => Composite sync**
- 3. **Signal de synchro composite inséré dans le signal vidéo => embedded sync**



07/10/2010

VTF / MSR

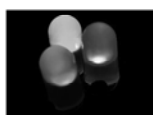
Image Daigle Sophie

6

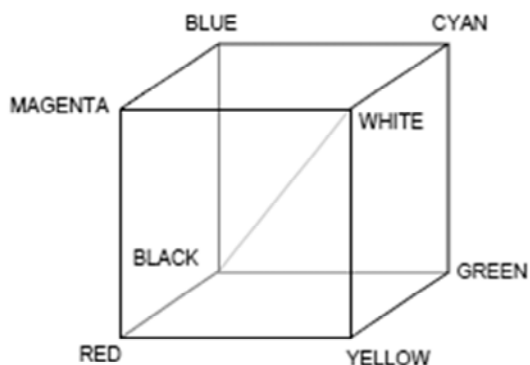
Notez que l'image du clown en bas est désynchronisée horizontalement et aussi verticalement.

Couleur

- Couleurs de base Rouge, Vert , Bleu
- Synthèse additive Rouge + Vert = Jaune



Elément d'un afficheur à LEDs

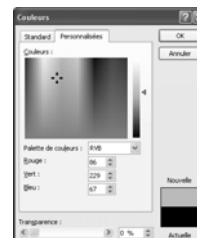


Espace des couleurs RVB

07/10/2010

Conception systèmes embarqués / MSR

Essayez de vous déplacer dans l'espace de couleur RVB de la fenêtre "Autres couleurs de.../Personnalisées" d'un programme Office. Observez les valeurs RVB correspondant à votre position.



La couleur dans le signal vidéo

- **Définition : un signal vidéo contient deux parties**
 - Luminance (luma) : intensité, partie noir et blanche ("sombre" ou "éclairée")
 - Chrominance (chroma) : couleur
- **Mode composante : trois signaux séparés**
 - RVB (Luminance et chrominance ne sont pas séparés)
 - YUV (Y Luminance + U/V Chrominance)
- **Mode composite : un seul signal**
 - La chrominance est codée dans la luminance
 - Par exemple, les systèmes de télévision NTSC, PAL , SECAM

Formats de télévision analogique

Codage couleur : modulation d'amplitude en quadrature

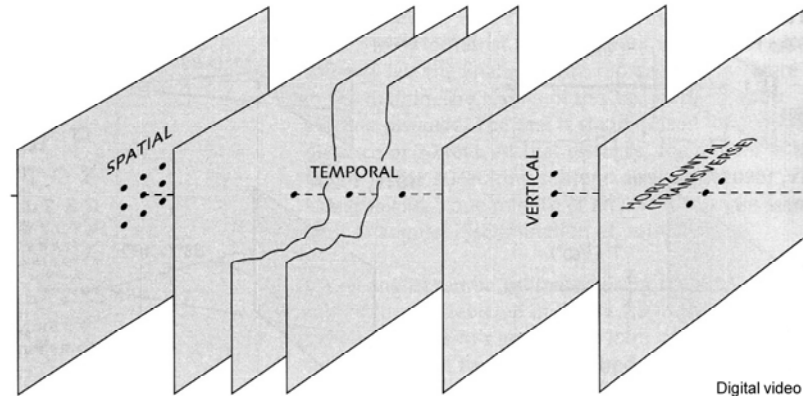
NTSC: National Television System Committee. Le format américain et japonais.

PAL: Phase Alternating Line. Utilisé dans toute l'Europe hors la France.

SECAM: SEquential Couleur Avec Mémoire. Format inventé par les Français et utilisé uniquement en France et en Russie.

Vidéo numérique : Domaines d'échantillonnage

- Spatial : échantillonnage 2D (hor. et vertical)
- Temporal : Image par image
- Vertical (point par point)
- Horizontal (point par point)



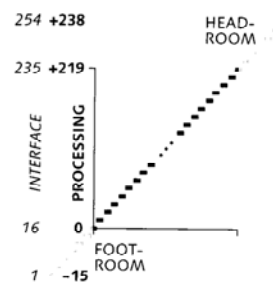
07/10/2010

VTF / MSR

Digital video HDTV
Charles Poynton

Vidéo numérique : échantillonnage

- **Echantillonnage d'image**
 - Image subdivisée en points (pixels)
 - Fréquence d'échantillonnage (sample rate)
 - Les zones de blanking sont aussi échantillonnées
 - $Sr(\text{Hz}) = \text{nb_samples/image} \times \text{nb_images/s}$
- **Quantification**
 - 8/10 bits
 - **Excursion : Marge de sécurité (footroom, headroom)**



07/10/2010

VTF / MSR

Digital video HDTV
Charles Poynton

10

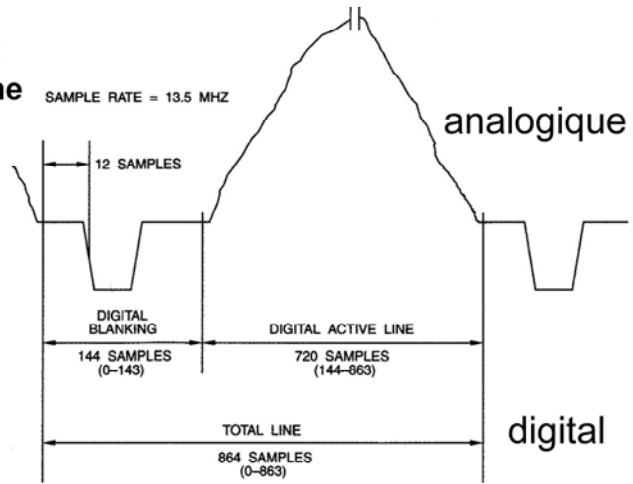
Exemple de calcul de fréquence d'échantillonnage :

Un signal vidéo dont l'image comprend 864 échantillons horizontaux par ligne [pixels actifs + pixels "noirs" (blanking)] et 625 lignes (incluant la zone de blanking vertical), et dont le nombre d'image par seconde est 25 doit être échantillonné à la fréquence

$$Sr(\text{Hz}) = 864 \times 625 \times 25 = 13.5 \text{ MHz}$$

Exemple vidéo numérique : analogique versus digital (horizontal)

- 720 x 576i
- 720 samples (pixels) :
partie active de la ligne
- 144 samples :
blanking horizontal
- 864 samples :
ligne complète.



07/10/2010

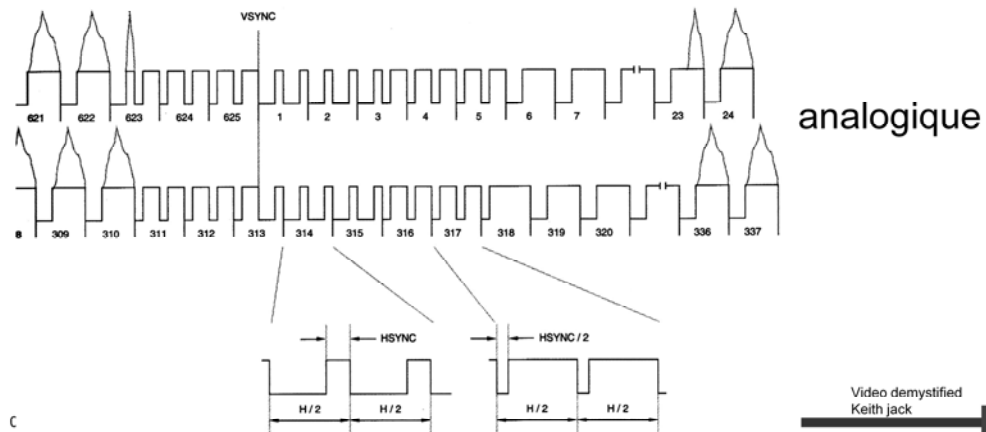
VTF / MSR

Video demystified
Keith Jack

Note : le signal vidéo numérique hérite du signal vidéo analogique, mais aussi maintient (pour le moment) la compatibilité avec celui-ci. C'est pourquoi les zones de blanking apparaissent aussi dans le signal vidéo numérique. Ces zones sont utiles pour placer des informations auxiliaires : audio, time code, copyright, clés de cryptage,

Exemple vidéo numérique : analogique versus digital (vertical)

- 720 x 576i - 25Hz (images/s)
- 576 lignes (pixels) : vidéo active
- 49 lignes : blanking vertical
- 625 lignes : nombre total de lignes
- Sample rate = $864 \times 625 \times 25 = 13.5\text{MHz}$



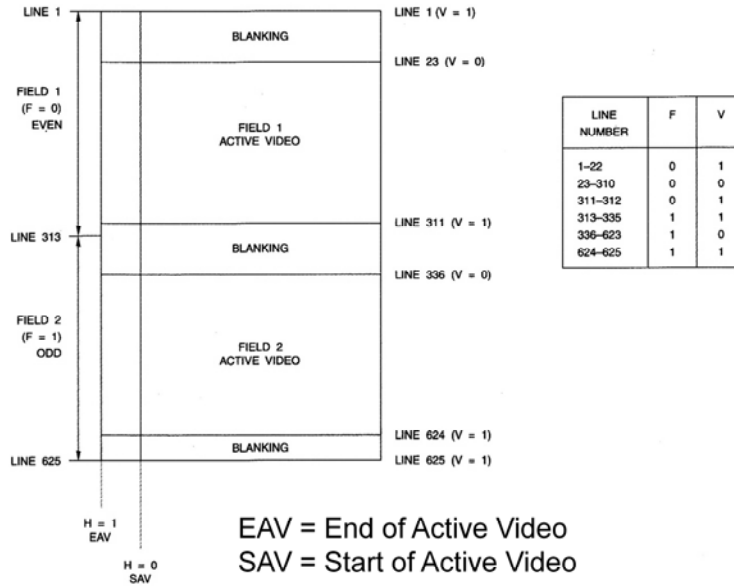
Video demystified
Keith Jack

Le blanking horizontal suivant la trame impaire commence ligne 624 et finit ligne 22 (24 lignes).
Celui suivant la trame paire commence ligne 311 et finit ligne 335 (25 lignes).

Notez la forme particulière des signaux de synchro analogiques dans la zone de blanking vertical,
pour les différencier des signaux de synchro dans la zone de blanking horizontal.

Exemple vidéo numérique : analogique versus digital (image complète)

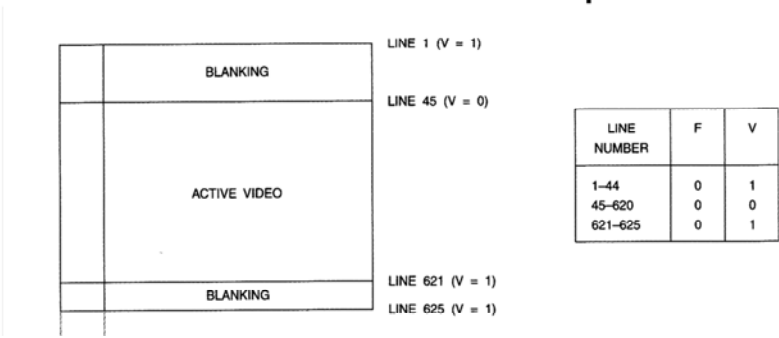
- 720 x 576i - 25Hz(images/s)



Si les signaux de synchronisation (H,V,F) sont intégrés dans le signal vidéo numérique, ils sont identifiés par des codes contenant l'état des signaux H, V et F, placés en début et en fin de la zone de vidéo active de chaque ligne, EAV et SAV.

Entrelacement(i) / progressif (p) ^{ReDS}

- Vidéo entrelacé (i) à n images par secondes
 - 2n fields (trames) par seconde
 - Ex : 25 images/s => 50 fields /s
- Vidéo progressive(p) - pas d'entrelacement
 - Image entière au double de la fréquence
 - Ex : 720 x 576i - 25Hz <=> 720 x 576p - 50Hz



07/10/2010

VTF / MSR

Video demystified
Keith jack

14

Résolution

- Aspect ratio (rapport d'aspect)
= rapport largeur /hauteur: 4:3 ou 16:9

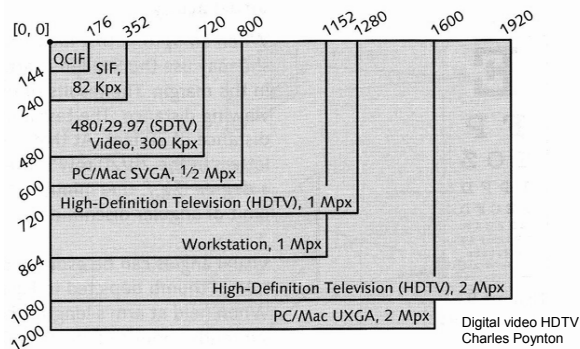
- Définition standard - entrelacé
 - 4:3 720 x 480i (~30Hz) ou 720 x 576i (25Hz)
 - 16:9 960 x 480i (~30Hz) ou 960 x 576i (25Hz)
- Définition améliorée (enhanced) – progressif
 - 4:3 720 x 480p (~60Hz) ou 720 x 576p (50Hz)
 - 16:9 960 x 480p (~60Hz) ou 960 x 576p (50Hz)
- Haute définition
 - 1280 x 720p, 1280 x 1080p, 1440 x 1080p (24 - 60Hz)
 - 1920 x 1080i (30/25 Hz) ou 1920 x 1080p (24 - 60Hz)

07/10/2010

VTF / MSR

15

Exemples de formats vidéo avec diverses résolutions :



Espace de couleurs

- **Représentation mathématique de la couleur**
 - **RVB / RGB (100%)**
 - $R = (255,0,0)$, $V = (0,255,0)$, $B = (0,0,255)$
 - Version pour traitement 16-235
 - **YUV – Y luminance, Y chrominance (PAL, NTSC, SECAM)**
 - $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$
 - $U = -0.147R - 0.289G + 0.436B$
 - $V = 0.615R - 0.515G - 0.100B$
 - **YCbCr Y 16-235, Cb&Cr 16-240**
 - $Y = 219 [0.213R + 0.715G + 0.072B] + 16$
 - $Cb = 224 [-0.117R - 0.394G + 0.511B] + 128$
 - $Cr = 224 [0.511R - 0.464G - 0.047B] + 128$
- RGB (100%)

VTF / MSR

07/10/2010

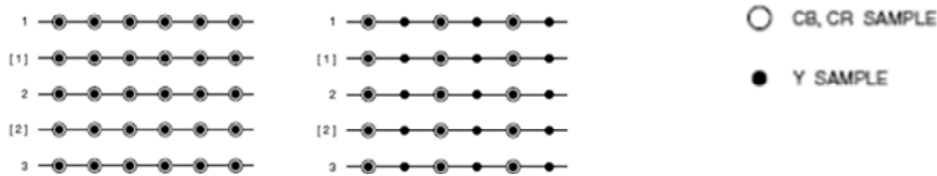
16

Notez la présence de marges (headroom et footroom) pour les signaux YCbCr :

Pour Y le noir à la valeur 16 et le blanc la valeur 235

Pour Cb ou Cr (signés représentés en non-signés par addition de 128) 128 est l'absence de couleur (noir et blanc), le maximum (positif) est 235 et le minimum (négatif) est 16.

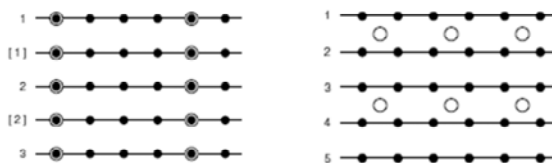
Formats CrCb



4:4:4

4:2:2

Cb	Y0	Cr	Y1
----	----	----	----



4:1:1

4:2:0

07/10/2010

VTF / MSR

Video Demystified

17

4:4:4 : La fréquence d'échantillonnage de la luminance et celle de la chrominance sont identiques. Autant de pixels chrominance que de pixels luminance.

4:2:2 : La fréquence d'échantillonnage de la luminance est deux fois plus élevée que la fréquence d'échantillonnage horizontal de la chrominance (un pixel couleur sur deux)

4:1:1 : La fréquence d'échantillonnage de la luminance est quatre fois plus élevée que la fréquence d'échantillonnage horizontal de la chrominance (un pixel couleur pour quatre pixels luminance)

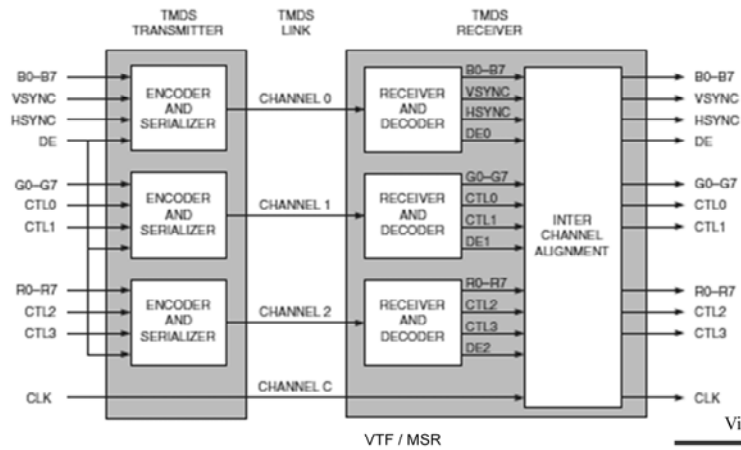
4:2:0 : La fréquence d'échantillonnage de la luminance est deux fois plus élevée que la fréquence d'échantillonnage horizontal et que la fréquence d'échantillonnage vertical de la chrominance (un pixel couleur sur deux, une ligne couleur sur deux)

Exemple 4:2:2, fréquence d'échantillonnage luminance 13.5MHz, fréquence d'échantillonnage chrominance 6.75MHz, clock de transmission des échantillons 27MHz

Cb	Y0	Cr	Y1
----	----	----	----

Interface vidéo : DVI

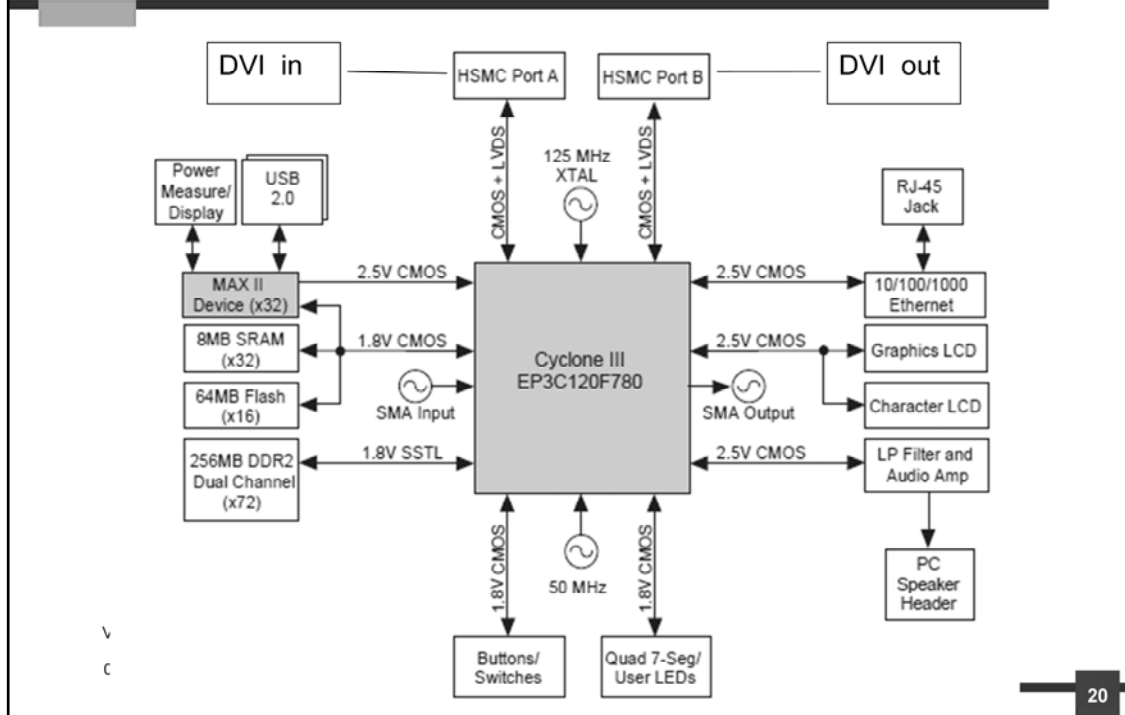
- RVB 24 bit (3x8)
- Encodage 8-10 bit sur 3 lignes série
- Synchros H et V séparées
- 25-165MHz



07/10/2010

Video Demystified

Carte de développement Altera Cyclone III + interfaces DVI Bitec



■ 780-pin Altera Cyclone III EP3C120 FPGA in a BGA package

- 119K logic elements (LEs) / 3,888 Kbits of memory / 288 18 x 18 multiplier blocks
- Four phase locked loops (PLLs)
- 20 global clock networks / 531 user I/Os

■ On-board memory

- 256 MB dual-channel DDR2 SDRAM
- 8 MB SRAM
- 64 MB flash memory

■ FPGA configuration circuitry

- MAX II CPLD and flash passive serial configuration
- On-board USB-Blaster™ circuitry using the Quartus II Programmer

■ On-board clocking circuitry

- Two clock oscillators to support Cyclone III device user logic : 50-MHz / 125-MHz

■ General user and configuration interfaces

- LEDs/displays: Eight user LEDs
 - One transmit/receive LED (TX/RX) per HSMC interface
 - One configuration done LED
 - Ethernet LEDs
 - User 7-segment display
- Memory activity LEDs: SRAM / FLASH / DDR2
- Push-buttons:
 - One user reset push-button (CPU reset)
 - Four general user push-buttons
 - One system reset push-button (user configuration)
 - One factory push-button switch (factory configuration)
- DIP switches:
 - Eight user DIP switches

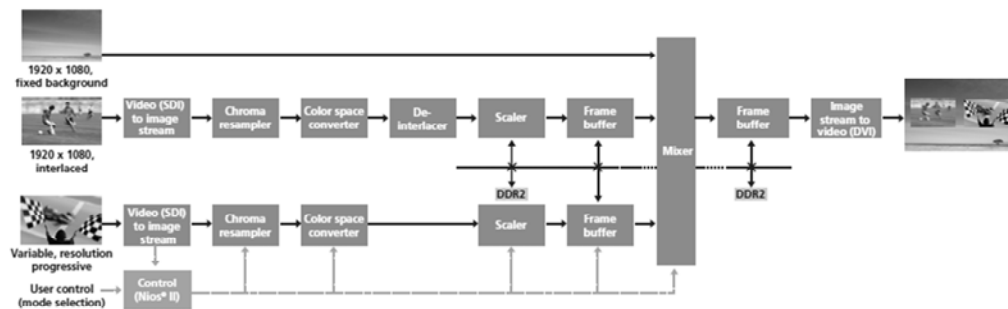
■ Displays

- 128 x 64 graphics LCD
- 16 x 2 line character LCD

Altera Video and Image Processing Suite

ReDS

- Bibliothèque de fonctions - IP (Mega Core)
- Instanciées et connectées par SoPC Builder
- Clocked Video Input, Clocked Video Output, Frame buffer,



07/10/2010

VTF / MSR

21

La Video and Image Processing Suite contient les fonctions MegaCore suivantes:

- "Color Space Converter (CSC)"
- "Chroma Resampler"
- "Gamma Corrector"
- "2D FIR Filter"
- "2D Median Filter"
- "Alpha Blending Mixer"
- "Scaler"
- "Clipper"
- "Deinterlacer"
- "Interlacer"
- "Frame Reader"
- "Frame Buffer"
- "Clocked Video Input"
- "Clocked Video Output"
- "Color Plane Sequencer"
- "Test Pattern Generator"
- "Control Synchronizer"
- "Switch"

Bus Avalon Altera

- Bus propriétaire Altera pour SoPC

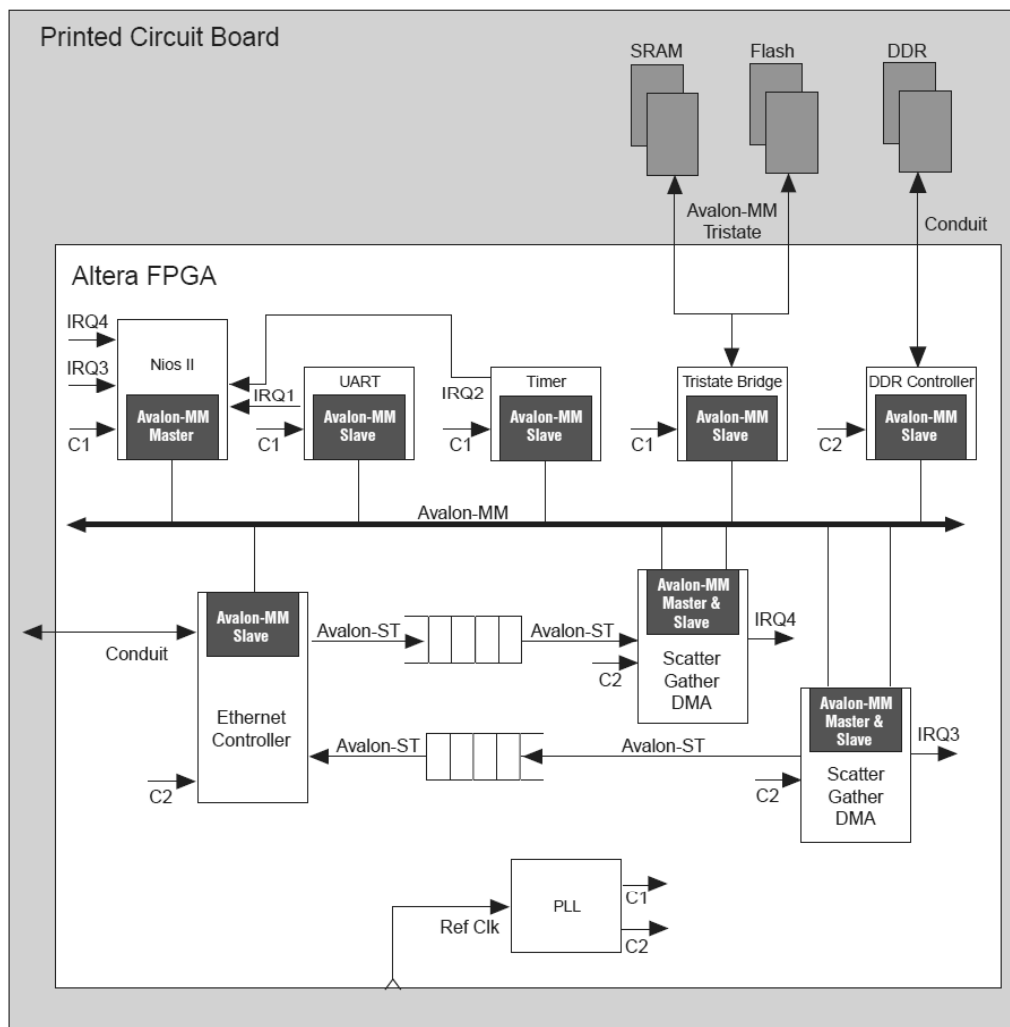
- Interfaces :

- Avalon Memory Mapped Interface (Avalon-MM)
 - Interface classique maitre /esclave
- Avalon Streaming Interface (Avalon-ST)
 - Interface de streaming
- Avalon Memory Mapped Tristate
 - Bus tristate pour connection à l'extérieur de la FPGA
- Avalon Clock
- Avalon Interrupt

07/10/2010

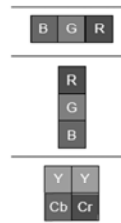
Reconfigurable Computing / MSR

23



Bus Avalon-ST Video

- **Transmission de Video packets et Control packets**
- **Données vidéo série ou parallèle**
 - paramétré dans Clocked Video Input
- **Control paquet précède le vidéo paquet**
 - Informations sur la vidéo : hauteur, largeur de l'image, type
- **Ancillary paquet : informations ou données**
 - A retransmettre sans modification



07/10/2010

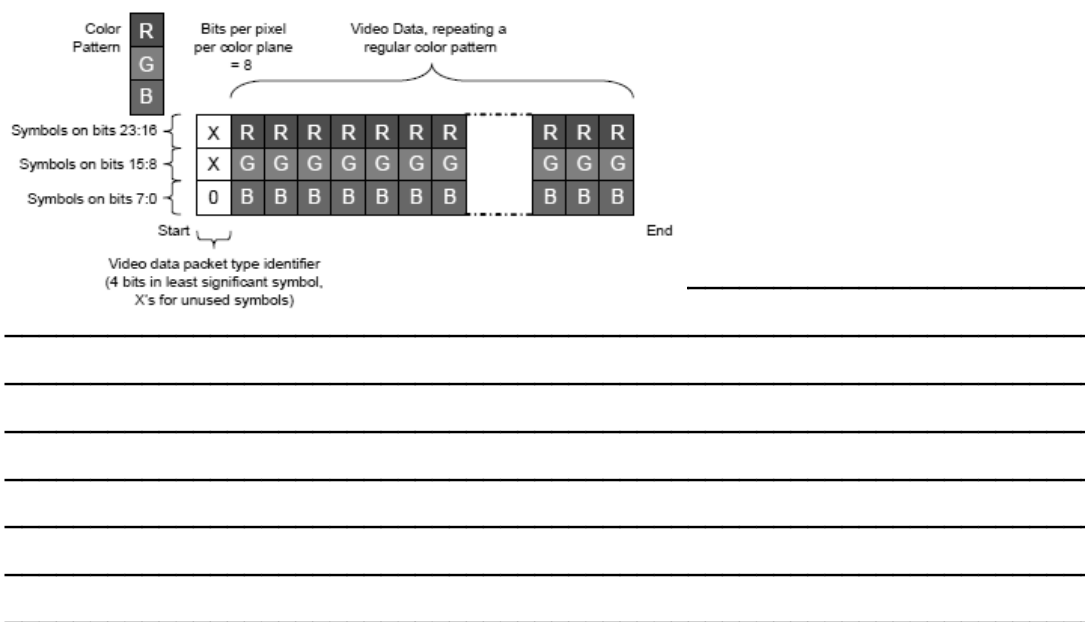
VTF / MSR

24

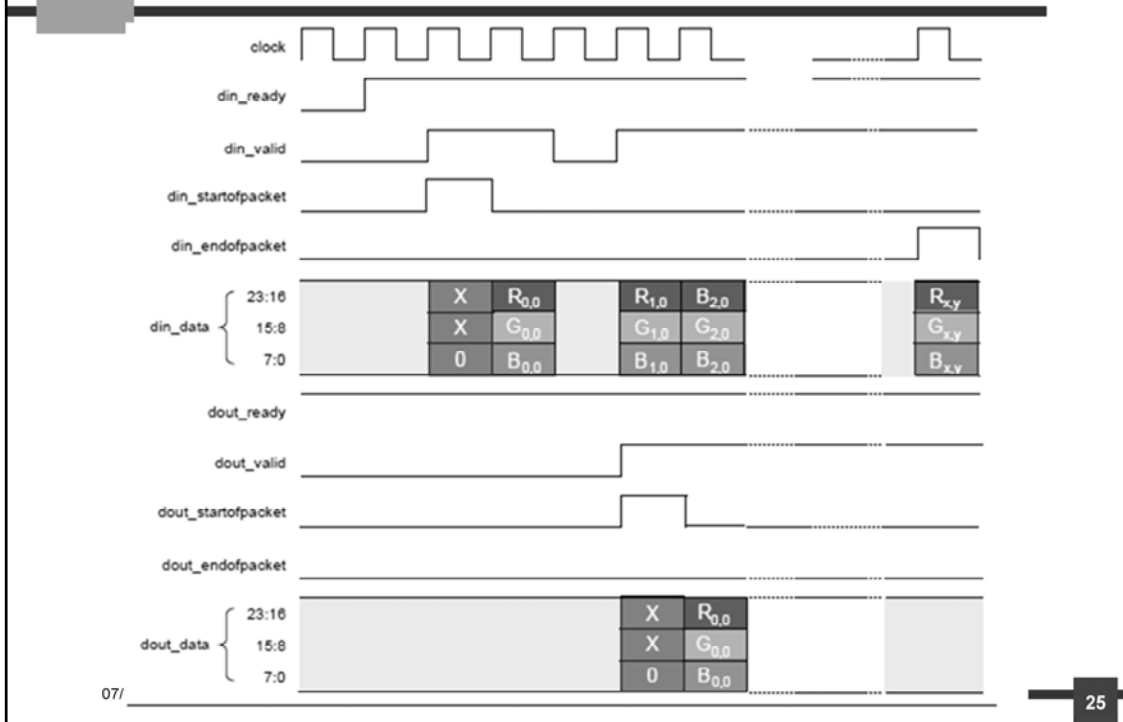
Informations détaillées dans le document ALTERA :

Video and Image Processing Suite – User Guide – Chapitre 4 –Avalon-ST protocol

Transmission d'un signal vidéo RVB avec R, V et B en parallèle



Transfert de données RVB sur le bus Avalon-ST



Informations détaillées dans le document ALTERA :

Video and Image Processing Suite – User Guide – Chapitre 4 –Avalon-ST protocol

La partie Din de ce chronogramme représente l'interface en entrée d'une fonction MegaCore (MC).

`Din_ready` est une sortie de la fonction MC et indique que la MC est prête à recevoir les données. `Din_valid` est une entrée. L'état 1 indique que les données sont valides. Les signaux `Din_startofpacket` et `Din_endofpacket` sont aussi des indiquant le début et la fin des paquets.

La partie Dout de ce chronogramme représente l'interface en sortie d'une fonction MegaCore (MC) . Les signaux sont identiques. `Dout_ready` est une entrée indiquant que le destinataire est prêt à recevoir les paquets.
