



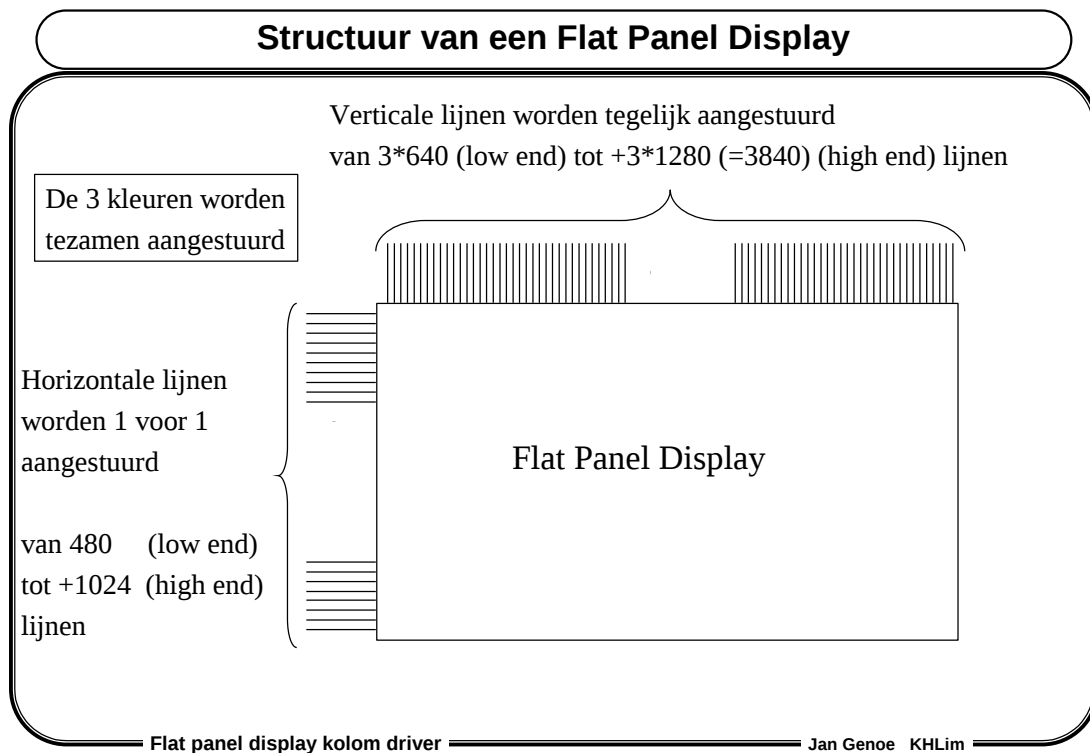
Departement industriële wetenschappen en technologie

Gevalstudie 1

**Klasse B output buffer
voor een
Flat Panel Display Kolom aansturing**

IEEE Journal of Solid-state circuits, Vol 34, No 1, Januari 1999, pp 116-119

**Jan Genoe
KHLim**



Bij het ontwerpen van de ICs die een Flat Panel Display aansturen vragen de drivers van de verticale lijnen het meeste aandacht, en dit omwille van verschillende redenen:

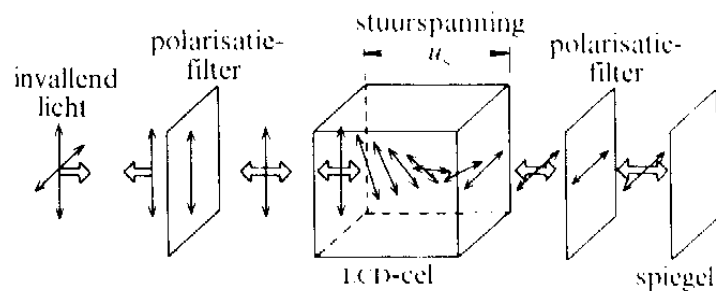
- De horizontale lijnen worden slechts één per één aangestuurd, terwijl de verticale lijnen tegelijk worden aangestuurd.
- De horizontale lijnen dienen slechts een kleine gate capaciteit op te laden, terwijl de verticale lijnen de capaciteit van de pixels zelf moeten opladen.
- ...

Vandaar dat we in dit deel dieper gaan ingaan op het ontwerp van de drivers van de verticale lijnen.

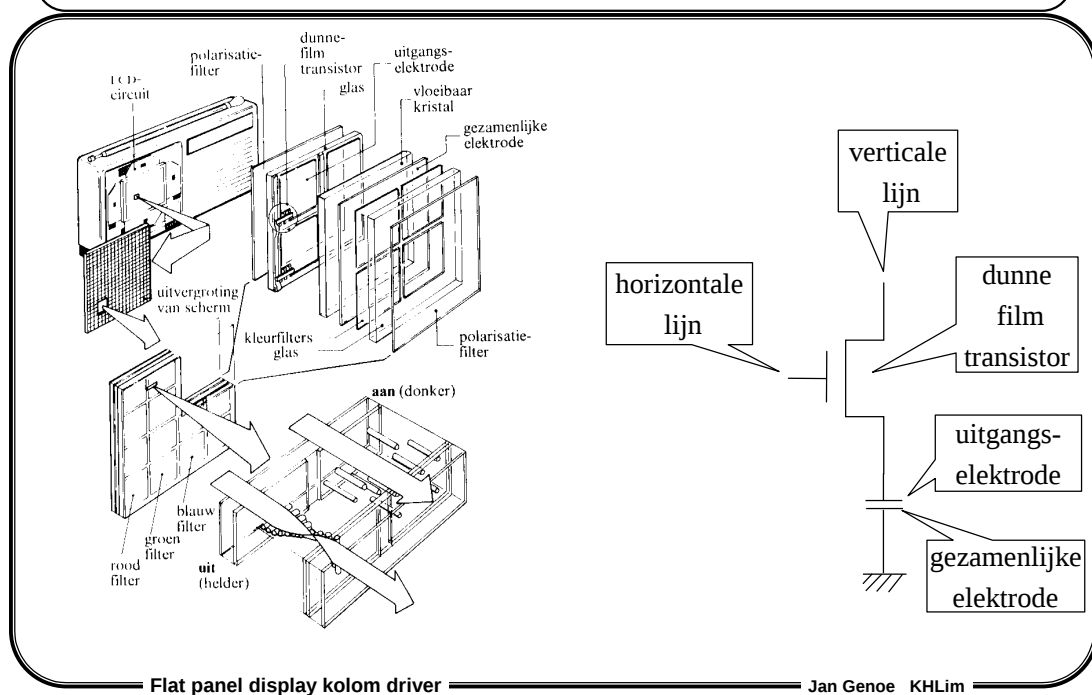
Typisch zijn er tot 10 drivers voor de verticale lijnen nodig per scherm.

Werkingsprincipe van een LCD pixel

- Twee polarisatiefilters zijn 90° verdraaid.
- De stuurspanning over het vloeibaar kristal bepaalt de draaihoek.
- Als de draaihoek overeenkomt met de 90° draaiing van de filters wordt het licht doorgelaten

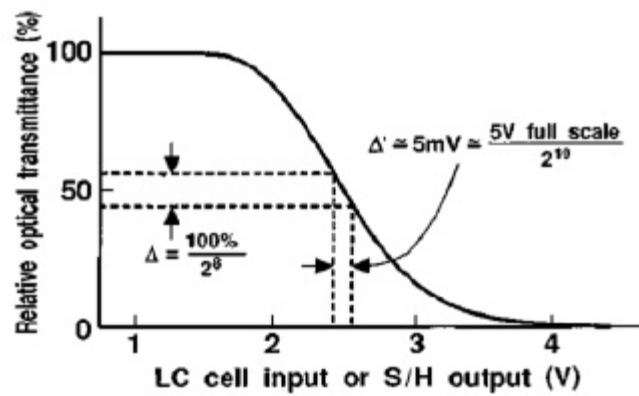


Uitwerking en equivalent model



Transparantie van een vloeibaar kristal i.f.v. de spanning

De spanning over de cel moet tussen 1.5 en 4.5 Volt kunnen variëren

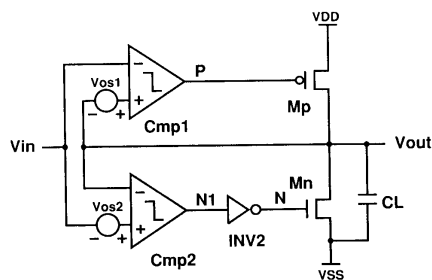


Problematiek

- **Er moet een grote capaciteit opgeladen worden, maar de oplaadsnelheid is langzaam.**
 - Capaciteit typisch 650 pF
 - Frequentie typisch tussen 31.5 kHz en 97.8 kHz
- **Het vermogenverlies moet zoveel mogelijk beperkt worden, wegens het gebruik van batterijen**
 - grote transistors leiden tot grote stromen
 - » tussen source en drain
 - » om de gate op te laden

Implementatie: basisprincipe

- We kiezen kleinere transistors die we ten volle uitsturen als het verschil tussen in en uitgang groter is dan 10 mV
- We sturen geen van de transistors als $V_{in} = V_{uit}$
- We kiezen voor een dode zone van 10 mV



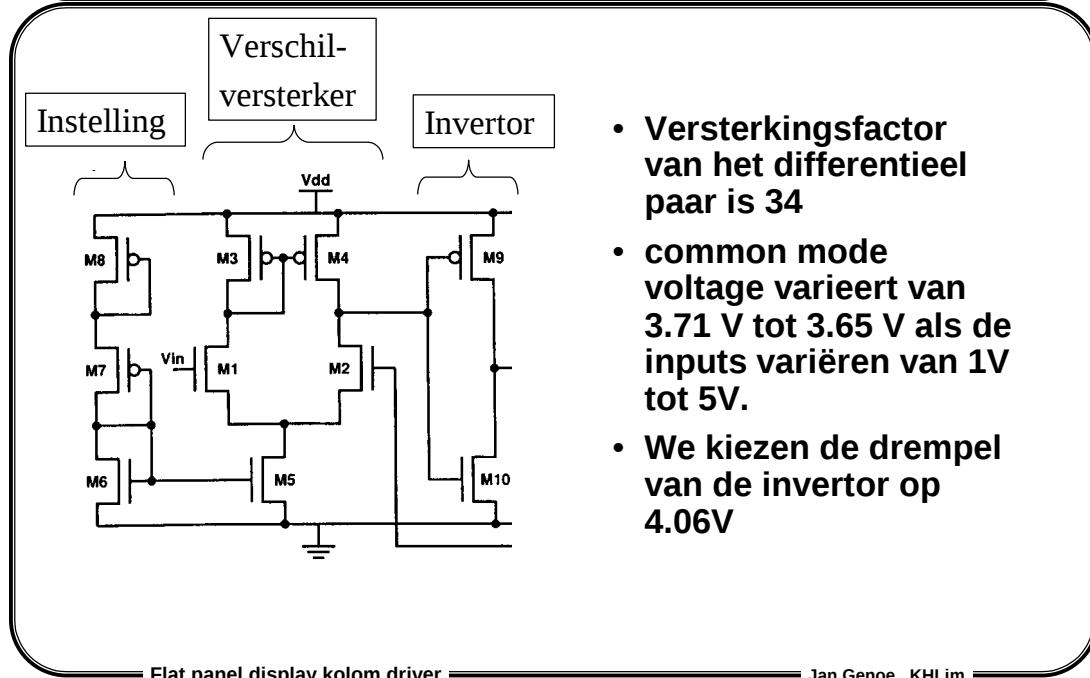
Het toelaatbaar verschil
tussen ingang en uitgang
is 16 mV
(4.096 V, 256 grijswaardes)

Flat panel display kolom driver

Jan Genoe KHLim

Deze versterker heeft een dode zone van ongeveer 10 mV.

Comparator met offset



De verschilversterker heeft 2 ingangen: de aansturing (V_{in}) en de terugkoppeling.

Als de spanningen aan beide ingangen gelijk zijn loopt er in principe een gelijke stroom door de transistors M1 en M2. Dit houdt echter nog niet in dat er een gelijke uitgangsspanning, of een gelijke ingangsspanning van de invertor zal bekomen worden voor elke mogelijke $V_{in}=V_{uit}$. Als V_{in} 5 Volt is zal de spanning aan de drain van M5 groter zijn dan V_{in} 1 Volt is. ***

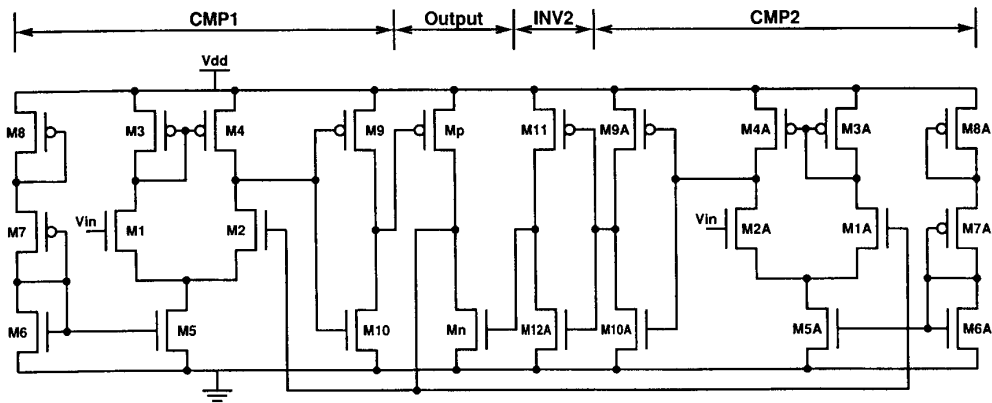
De common mode versterking is dus $A_{dd}=0.06/4=0.015$

De verschil versterking is $A_{cd}= 34$

Als we de drempelspanning op 4.06 V leggen is er tussen de 10.2 mV en de 12 mV verschil aan de ingang nodig om de comparator te doen omslaan.

Totale schema

- 2 gelijke comperatoren, met een offset aan de positieve ingangsklem.
- een invertor toegevoegd aan de nMOS aandrijving



Flat panel display kolom driver

Jan Genoe KHLim

Conclusie

- Omdat de uitgangstransistor, wanneer hij aangeschakeld is, volledige geleidt, kunnen de transistors hier veel kleiner genomen worden dan de klassieke drivers.
- Een 4V stap kan bekomen worden op 8 ms, wat voldoende is om een 1280 x 1024 scherm aan te sturen met een beeldsnelheid van 84 Hz.

**Sample and hold circuit
voor een
Flat Panel Display Kolom aansturing**

IEEE Journal of Solid-state circuits, Vol 30, No 8, Augustus 1995, pp 906-912

Jan Genoe
KHLim

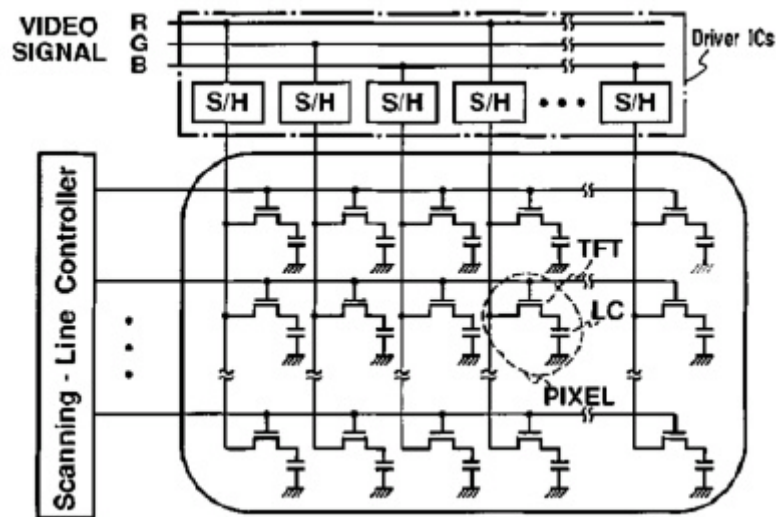
In het voorafgaande deel hebben we een concreet voorbeeld van de output drivers van een aanstuur-IC van de kolommen van een LCD-scherm bestudeerd.

Deze aansturing wordt uitgevoerd aan een veel tragere snelheid dan het binnenkomende video signaal. Om dit te kunnen doen moet het video signaal gesampled worden.

Hoe dat gebeurt, werken we in deze bijdrage verder uit.

Kolom driver IC: input sampling

De kolom driver IC heeft zeer veel uitgangen en weinig ingangen
Een traditioneel RGB-videosignaal wordt doorgestuurd en gesampled



Flat panel display kolom driver

Jan Genoe KHLim

In een traditioneel video signaal worden de pixels lijn per lijn doorgestuurd van links naar rechts en de lijnen van boven naar onder.

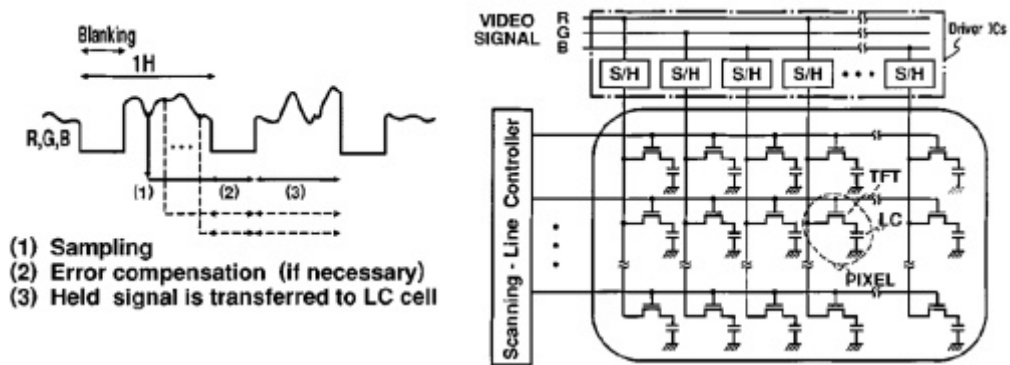
Dit gebeurt aan video snelheid, wat, zoals hiervoor besproken werd, veel te snel is om de verschillende pixels aan te sturen.

Wanneer het video signaal toekomt wordt dit signaal gesampled en vastgehouden tot het equivalente pixel van de volgende lijn aan de beurt is.

Dit gebeurt aan de hand van een sample and hold circuit

Kolom driver IC: input sampling

- Omdat alle horizontale lijnen gelijktijdig worden aangedreven wordt eerst een hele lijn gesampled
- Terwijl de volgende lijn binnenkomt worden al deze pixels gelijktijdig op het LCD geschreven



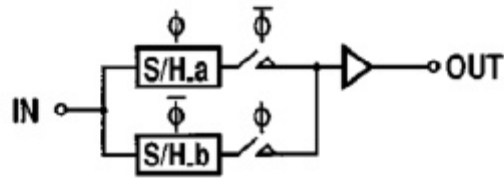
Flat panel display kolom driver

Jan Genoe KHLim

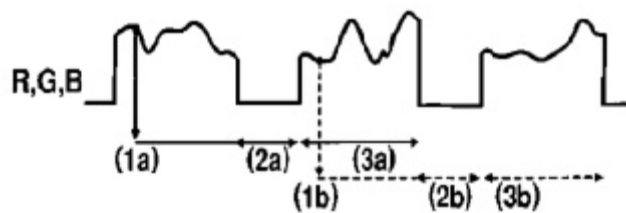
Kolom driver IC: input sampling

- Per verticale lijn zijn er 2 sample circuits nodig
 - één circuit voor de even lijnen en één circuit voor de oneven lijnen

Omdat de gesamplede waarde slechts gedurende de volgende lijn wordt weergegeven.

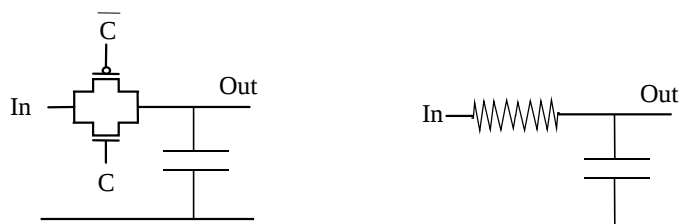


Simplified circuit diagram



Basisprincipe van een sample and hold

- Een doorgeefpoort wordt geselecteerd op het moment dat het binnenkomende signaal moet gesampled worden.
- Dit signaal laadt een condensator op.
- Wanneer de doorgeefpoort gesloten is, blijft de lading op deze condensator



Flat panel display kolom driver

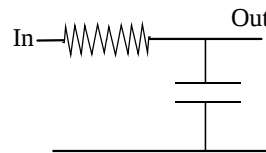
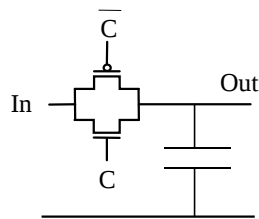
Jan Genoe KHLim

Opmerking:

Eigenlijk is het vloeibare kristal ook een sample and hold, want het behoudt zijn lading tot er de volgende keer op geschreven wordt.

Belang van de RC constante

- **We willen dat de condensator opgeladen is op de zeer korte tijd dat de schakelaar open is.**
 - Dit vereist een zeer kleine R of een grote transistor
 - Dit vereist een kleine condensator C
 - » maar een grote transistor of een kleine condensator geven aanleiding tot een grotere sample offset
- **Hoe meer pixels op het scherm, hoe moeilijker!**
- **Hoe hoger de refresh rate, hoe moeilijker!**

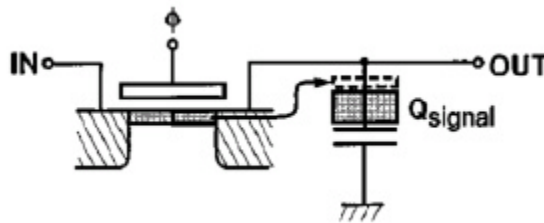


Flat panel display kolom driver

Jan Genoe KHLim

Offset door het schakelen van de transistor

- De nMOS is in geleiding als f hoog is
 - er is dan een lading aanwezig in het kanaal
- Als f laag wordt verdwijnt die lading, en een deel gaat ook naar de sample capaciteit
 - dit geeft dus een offset spanning op de sample spanning



Flat panel display kolom driver

Jan Genoe KHLim

De lading die onder de gate aanwezig is, bestaat uit twee delen.

Een deel gaat bij het afzetten van de transistor terug naar de source van de transistor en een ander deel gaat verder naar de drain. Hierdoor krijgen we extra lading op de condensator en dus een offset spanning.

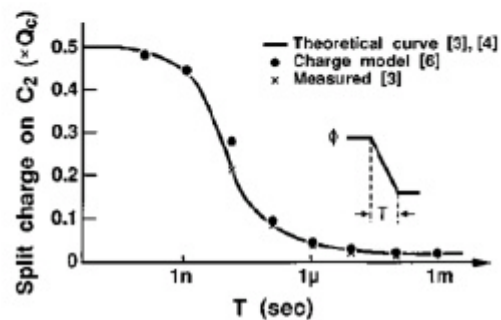
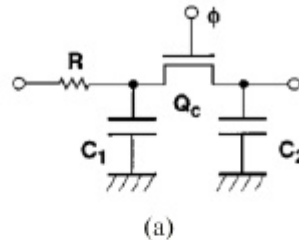
Hoe kunnen we deze offsetspanning verminderen:

- door de condensatorwaarde groter te kiezen
- door de transistor kleiner te kiezen

Maar deze beide oplossingen vergroten de RC constante en verlagen dus de snelheid.

Hoeveel lading komt er bij op de condensator

- Deze lading wordt bepaald door de afschakelsnelheid:
 - als het schakelen snel gebeurt (video), is deze lading ongeveer de helft van de kanaallading
 - als het schakelen langzaam gebeurt (audio), is deze lading zeer klein

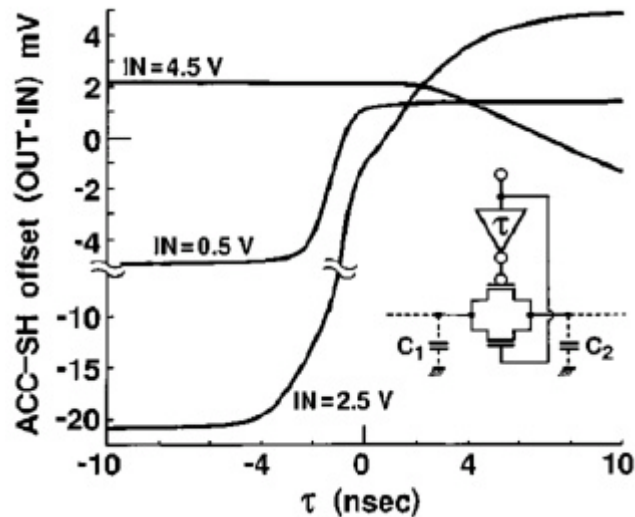


Flat panel display kolom driver

Jan Genoe KHLim

Invloed van de vertraging in de aansturing

- Het verschil in aanstuurmoment tussen de pMOS en de nMOS zorgt ervoor dat er een offset bekomen wordt op de samplecapaciteit C_2
- Een goede keuze van de deze vertraging t minimaliseert dit verschil voor alle ingangsspanningen



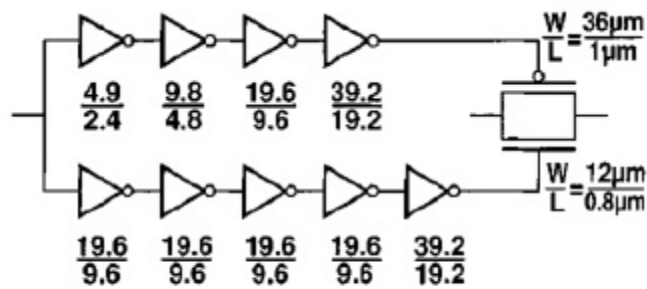
Flat panel display kolom driver

Jan Genoe KHLim

Het is ook duidelijk dat dit probleem zich het duidelijkste stelt voor een ingangsspanning van 2.5V, een spanning waarbij beide transistors in geleiding zijn.

Concrete uitvoering van de doorgeefpoort

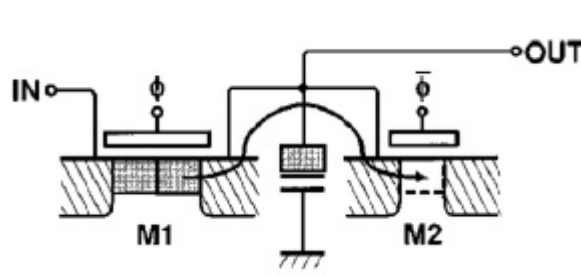
- De vertraging tussen de pulsen aan de gates van de doorgeefpoort is hier minder dan 2 ns, waardoor een offset kan worden bekomen die kleiner is dan 4 mV voor alle ingangsspanningen.



Fraction shows $\frac{W_P (\mu m)}{W_N (\mu m)}$ of CMOS transistors

Alternatieven ter vermindering van de offset (1)

- **Tweede transistor (half zo groot) en met een tegengestelde klok geschakeld**
 - de offset lading komt dan hierop terecht

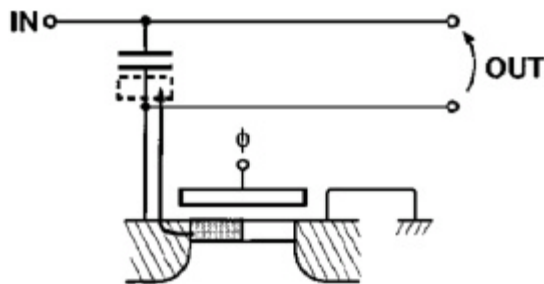


Flat panel display kolom driver

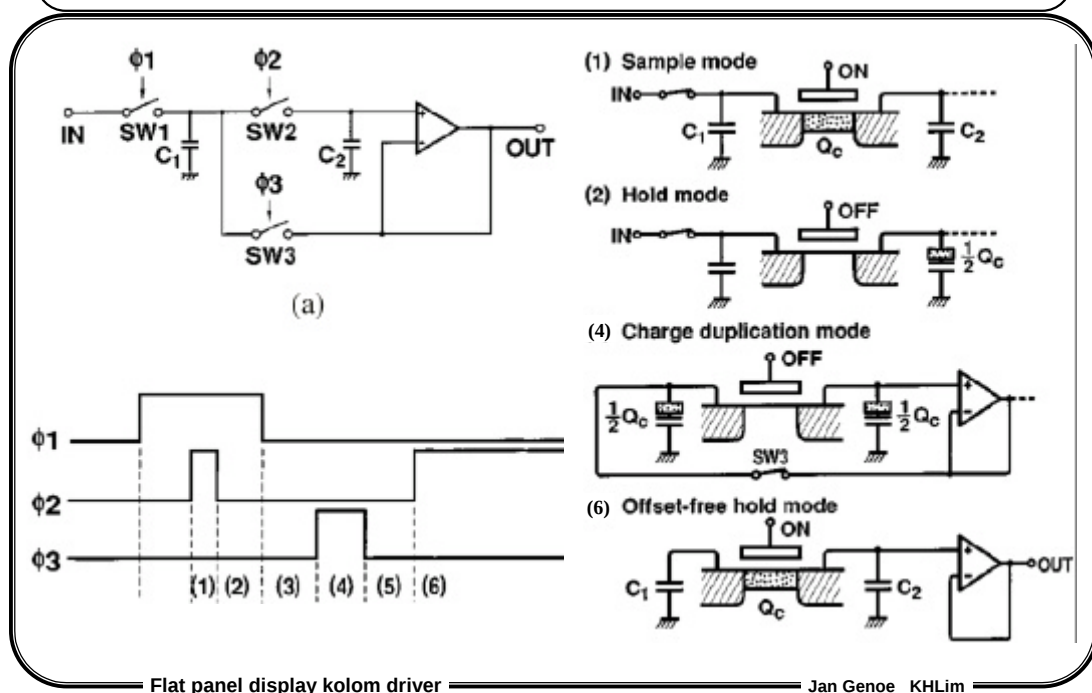
Jan Genoe KHLim

Alternatieven ter vermindering van de offset (2)

- **Schakelaar plaatsen aan de kant van de grondverbinding**
 - Hierdoor wordt ook een offset gegenereerd, maar deze is altijd dezelfde, omdat het instelpunt van de transistor hetzelfde is.
 - De uitgang is steeds een verschilspanning



Alternatieven ter vermindering van de offset (3)



Waarom zitten we niet met het probleem van de kanaallading van de derde schakelaar?

Deze schakelaar kan veel kleiner gemaakt worden, hieraan worden niet dezelfde eisen van snelheid gesteld als in het video pad.