

Hint bij het tentamen Elektronische Schakelingen

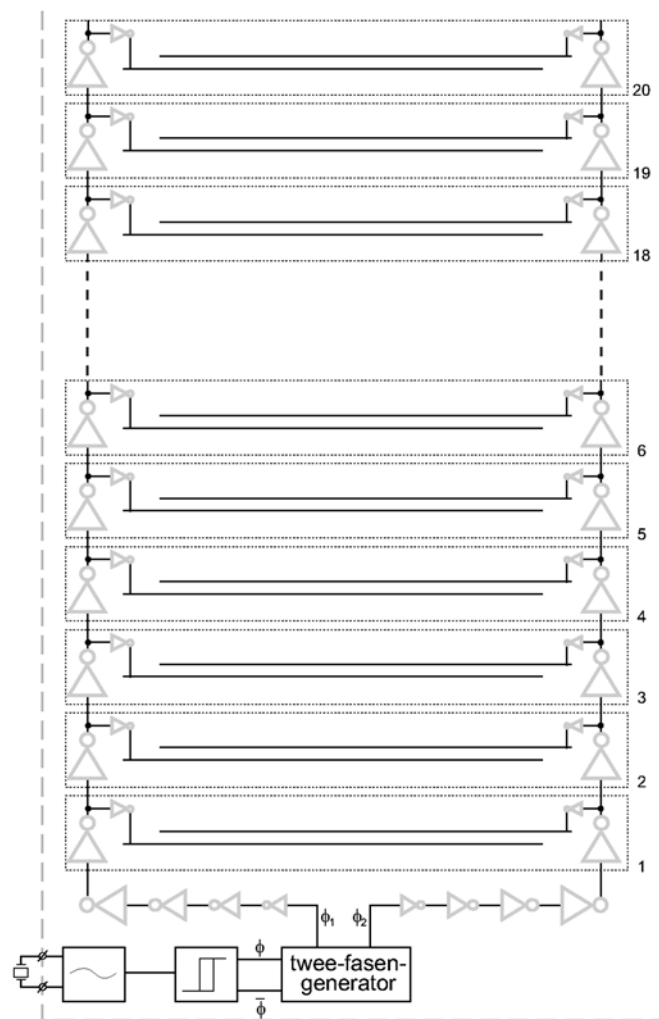
Datum: vrijdag 30 juni

Tijd: 09.00-12.00

Zaal TN 4.25

Datapaden zijn op een chip vaak herkenbaar als een rechthoek met een zich grotendeels in één richting herhalend patroon. Zo'n patroon noemen we een *bitslice*. Het aantal *bitslices* komt overeen met de woordlengte van het datapad. In het datapad worden zo modules gevormd die combinatorische functies vervullen (bij voorbeeld *shifters*, *rotators*, logische en rekenkundige bewerkingen), maar ook registers, geheugenmodules dus die één woord kunnen onthouden. Het dataverkeer tussen de eenheden vindt plaats via zogenaamde *bussen*, groepen van draden met bijbehorende logica die met dezelfde eenheden verbonden zijn. Daarnaast moeten de eenheden voorzien worden van voedingsspanningen en eventuele kloksignalen en worden gestuurd door signalen die van de *control unit* komen.

Het datapad voor deze opgave is weergegeven in figuur 1.

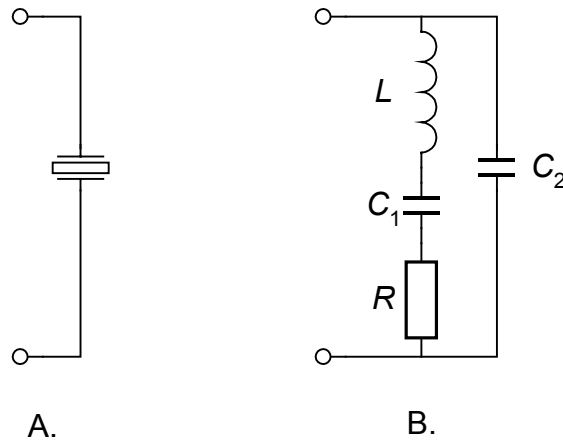


Figuur 1: Een datapad

In ons geval moeten alle modules voorzien worden van twee niet-overlappende klokfasen. Hiervoor is een klokgenerator en een distributienetwerk nodig. Dit tentamen gaat over het ontwerpen en het hoe te verifiëren door metingen van deze klokvoorzieningen.

Uitgangspunt voor deze klokvoorziening is een kristal-oscillator. Het hart van deze oscillator wordt, zoals de naam al aangeeft, gevormd door een kristal, een resonator opgebouwd rond een fijn-

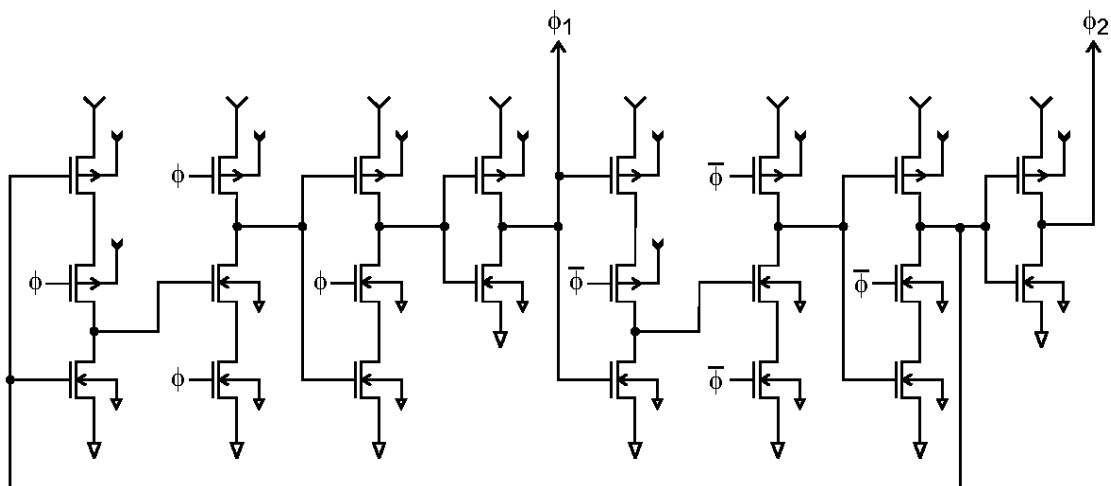
mechanisch bewerkt plaatje kwarts. Dit plaatje kwarts wordt door middel van twee elektroden in een trilling gebracht waarvan de frequentie grotendeels wordt bepaald door de mechanische eigenschappen van het kwartskristal. Deze mechanische eigenschappen manifesteren zich ook in de impedantie die tussen beide elektroden aanwezig is. Deze impedantie kan gemodelleerd worden met behulp van een inductantie L , een resistentie R en twee capaciteiten C_1 en C_2 en ziet er dan uit als volgt:



Figuur 2: Kwartskristal. A. Symbool. B. Elektrisch model ($C_2 \gg C_1$)

Volgend op de oscillator (kristal + actief deel) volgt de Schmitt-trigger. Van het uitgangssignaal van de Schmitt-trigger, *de master-clock*, moeten twee niet-overlappende fasen worden afgeleid, en deze twee fasen moeten bij alle modules in het datapad beschikbaar gemaakt worden. De tijd waarbinnen alle modules van deze kloksignalen voorzien kunnen worden is meestal medebepalend voor de maximale frequentie waarop de processor kan functioneren.

Voor het genereren van de twee-fasen wordt gebruik gemaakt van het circuit als weergegeven in figuur 3. Dit is een zogenaamde möbius-teller (zie “example 9.6” in het boek van Jan Rabaey) opgebouwd uit twee d-flip-flops in *true single-phase-clocking* techniek (zoals “example 6.4” in hetzelfde boek).



Figuur 3: Een möbius-teller als twee-fasen-generator

Om de maximaal mogelijke klokfrequentie zo hoog mogelijk te maken kan men repeaters in de kloklijnen aan brengen. Dit zijn symmetrische invertoren die de verbindingen in kleinere delen kunnen opsplitsen en die het signaal qua golfvorm enigszins kunnen herstellen. Bij het ontwerpen van de modules wordt hiermee rekening gehouden door plaats voor zo'n inverter vrij te houden. Elk moduul kan dus eventueel een repeater voor elk van de kloklijnen “leveren”. Ook is er rekening mee gehouden dat een deel van de modules de klok geïnverteerd aangeboden zullen krijgen.