

Vul op alle formulieren die u inlevert uw naam en studienummer in.

## Tentamen Elektronische Schakelingen

Datum: vrijdag 20 juni 2003

Tijd: 09.00 – 12.00 uur

Naam:	Studienummer:	Cijfer
-------	---------------	--------

### Lees dit eerst

- Vul je naam en studienummer in in de vakjes hierboven en op de oneven bladzijden.
- Dit tentamen is een "open boek" tentamen.
- Het gebruik van een rekenmachine is toegestaan.
- Voor de multiple-choice vragen geldt: omcirkel of vink het juiste antwoord.
- Vul je antwoorden in de daarvoor gereserveerde ruimten in. Eventueel kun je extra bladen gebruiken die je dan duidelijk van uw naam en studienummer moet voorzien.
- Geef voor de antwoorden steeds een korte verklaring en geef, waar van toepassing, in grafieken de relevante waarden steeds duidelijk aan! Let steeds op de eenheden (prefixes of  $10^{-x}$ )!
- Prefixes: micro ( $\mu$ ) =  $10^{-6}$ , nano =  $10^{-9}$ , pico =  $10^{-12}$ , femto =  $10^{-15}$ , atto =  $10^{-18}$
- Voor het onderdeel "Geïntegreerde Systemen" komen de transistorparameters uit de 2e editie van Rabaey en zijn samengevat op de binnenkant van de vóór- en achterflap van dat boek. Voor diegenen die het boek niet hebben, zijn er kopieën van deze bladzijden beschikbaar.

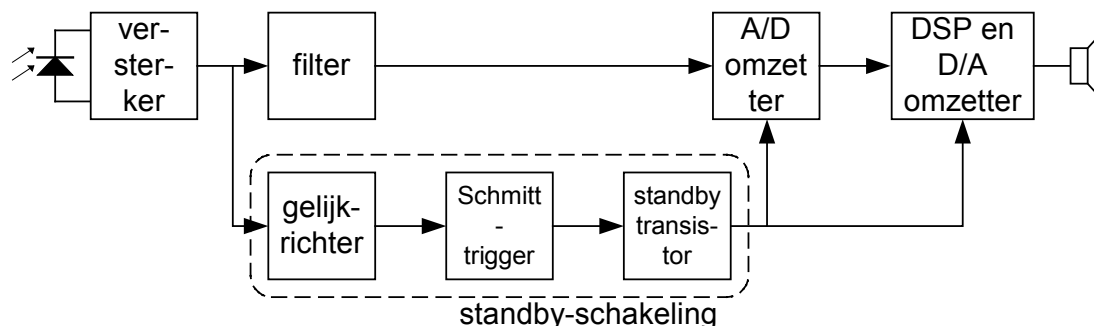
### Inleiding

De komende vragen hebben betrekking op een mono infra-rood hoofdtelefoon, die wij aan de hand van onderstaand blokschema gaan ontwerpen. De werking is als volgt.

1. Het invallende infraroodsignaal (infrarood licht) wordt door een fotodiode omgezet in een elektrisch signaal.
2. Dit elektrische signaal is zwak en wordt dus met behulp van een versterker op een hoger energetisch niveau gebracht.
3. Vervolgens wordt het versterkte signaal geleid door een antivouw-filter (anti-aliasing filter).
4. Het gefilterde signaal wordt omgezet in een binair digitaal formaat door de A/D-omzetter.
5. Het signaal afkomstig van de A/D-omzetter wordt vervolgens aangeboden aan een digitale signaalprocessor (DSP), waarin het signaal diverse (geluids-) bewerkingen ondergaat, en een D/A omzetter die het binaire signaal weer terugconverteert naar een analogo signaal.
6. Tenslotte zet een luidspreker het analoge elektrische signaal om in een hoorbaar akoestisch signaal.

De hoofdtelefoon bevat ook een standby-schakeling, opgebouwd uit achtereenvolgens:

- een gelijkrichter die de piek-waarde van het signaal bepaalt;
- een Schmitt-trigger, die bepaalt of het signaal afkomstig van de gelijkrichter bepaalde waarden over- of onder-schrijdt;
- een standby transistor die de A/D omzetter, de DSP en de D/A omzetter uitschakelt wanneer er geen infraroodsignaal aanwezig is. Hierdoor verbruikt de hoofdtelefoon in rust een verwaarloosbaar klein vermogen, waardoor de gebruiksduur van de batterijen wordt verlengd.



Naam:	
Studienummer:	

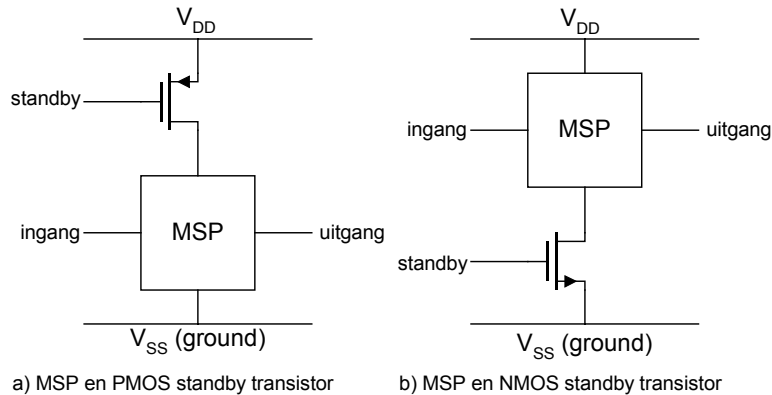
### Vraag 14.

De A/D-omzetter, de DSP en de D/A-omzetter, hierna samen genoemd de MSP (mixed signal processor), worden in standby gezet wanneer de uitgangsspanning van de gelijkrichter onder de 0,25 volt daalt en weer aangezet (power-up) wanneer de uitgangsspanning van de gelijkrichter de 0,75 volt overschrijdt.

Ontwerp een Schmitt-trigger m.b.v. een operationele versterker en een geschikt gekozen meekoppelnetwerk bestaande uit twee weerstanden en een spanningsbron. Ga uit van een voedingsspanning van 2,5 volt.

### Vraag 15.

De standby mode wordt gerealiseerd door de MSP stroomloos te maken door met een transistor te schakelen in de  $V_{dd}$  of aarde (ground) aansluiting van de MSP. Zie onderstaande figuur.



De standby transistor, zowel in schakeling a) als b), moet de maximaal benodigde stroom voor de MSP zonder noemenswaardige spanningsval over deze transistor kunnen voeren. De MSP, inclusief de standby transistoren, wordt gemaakt in de 0,25  $\mu\text{m}$  technologie uit de 2e editie van Rabaey. Ga uit van de transistorparameters van de binnenkant achterflap (of bijlage). De voedingsspanning is 2,5V.

Beschouw nu schakeling a) (met de PMOS transistor).

Gevraagd:

(a) In welk werkgebied staat de transistor als  $\text{standby} = 0$  (oftewel, de gate van de PMOS is laag) en  $|V_{ds}| < 0.1V$ ?

Werkgebied:

Verklaring:

(b) Bepaal de minimale breedte van de PMOS transistor (bij  $L=0.25 \mu\text{m}$ ), zodanig dat  $|V_{\text{ds}}| < 0.1 \text{ V}$  bij  $|I_{\text{ds}}| = 10 \text{ mA}$ .

$W_{\text{min}} =$

Berekening:

(c) Waarom moet je bovenstaande berekening doen m.b.v. de stroomformule(s) van de transistor en kun je niet werken met  $R_{\text{eq}}$ ?

Verklaring:

(d) Waarom is het van belang om de standby transistor (en in het algemeen de hele schakeling) zo klein mogelijk te maken?

Verklaring

Naam:	
Studienummer:	

### Vraag 16.

Moderne IC fabricage processen bieden soms een keuze voor de drempelspanning van de transistoren. Neem nu aan dat er de volgende mogelijkheden zijn.

Standaard	NMOS1	$V_{t0} = 0.43V$	PMOS1	$V_{t0} = -0.4V$
low- $V_t$	NMOS2	$V_{t0} = 0.3V$	PMOS2	$V_{t0} = -0.3V$

Verder zijn alle transistorparameters gelijk aan de standaardparameters voor NMOS en PMOS uit de 2<sup>e</sup> editie van Rabaey, de low- $V_t$  transistoren verschillen alleen wat betreft de drempelspanning van hun 'standaard' tegenhangers.

Gevraagd: Met welk type transistor kan de kleinste schakeling gemaakt worden?

<input type="checkbox"/> NMOS1 <input type="checkbox"/> NMOS2 <input type="checkbox"/> PMOS1 <input type="checkbox"/> PMOS2
Verklaring:

### Vraag 17.

De luidspreker, tenslotte, is een

- A sensor en actieve component
- B sensor en passieve component
- C actuator en actieve component
- D actuator en passieve component