

CONTACTGROEP VERKEERSREGELTECHNICI NEDERLAND

Eisen en Specificaties

AKOESTISCHE SIGNALERING

Voetgangersoversteekplaatsen

Voorzitter: H.R. Buijn
Secretaris: C. Struijf

Uitgave 2, 1 maart 2005

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	1
2. ONDERWERP	1
2.1 PRINCIPIËLE WERKING	1
2.2 PLAATSING VAN DE TIKKER	1
2.3 GELUIDSHINDER	2
2.4 FOUTMELDING	2
2.5 FUNCTIONEEL BLOKDIAGRAM	2
3. IN- EN UITGANGSSIGNALLEN, DEFINITIE	3
3.1 DE SIGNALLEN “LANTAARN ROOD” EN “LANTAARN GROEN”	3
3.2 “DIM” EN “AANVRAAG” INGANGEN	5
3.3 FOUTMELDING	5
3.4 AKOESTISCH UITGANGSSIGNAAL	6
3.5 DE VOEDINGSSPANNING	7
4. DE WERKING VAN DE AKOESTISCHE SIGNALERING	8
4.1 DE LAMPVOLGORDE	8
4.2 DE TIKGENERATOR	9
4.3 HET AANVRAAGCIRCUIT	10
4.4 HET FOUTDETECTIECIRCUIT	11
5. ALGEMENE EISEN.....	12
5.1 MECHANISCH	12
5.2 ELEKTRISCH	13
5.3 OMGEVINGSCONDITIES	13
5.4 AANVULLENDE EISEN	14
6. SAMENVATTING.....	15

1. Inleiding

Op initiatief van de Contactgroep Verkeersregeltechnici Nederland (CVN) is medio 1991 een werkgroep “Akoestische Signalering” ingesteld. Doel van deze werkgroep was het opstellen van een eisenpakket met betrekking tot de akoestische signalering bij door verkeerslichten geregelde voetgangersoversteekplaatsen, de zogenaamde tikker. De verschillende deelnemers in deze werkgroep hebben, elk vanuit hun eigen discipline, een bijdrage geleverd aan het specificatiepakket. Uitgangspunt was te komen tot standaardisatie van signalen en de visueel gehandicapte dezelfde veiligheid te bieden waaraan ook de overige delen van een verkeersregelinstallatie in Nederland voldoen. De hoorbare signalen moeten overal gelijk zijn en van eenzelfde betekenis. Het akoestisch “rood” en/of “groen” moet in een bewaking opgenomen zijn conform de conflict- en lampbewaking van een verkeersregeltoestel.

De opbouw van dit document is als volgt:

Eerst worden de akoestische signalering en de in- en uitgaande signalen gedefinieerd. Hierna volgt de specificatie van de fysieke eigenschappen van deze signalen. De interactie tussen de signalen (de feitelijke werking) is het onderwerp van het volgende hoofdstuk, waarin ook de beveiligingscircuits worden gedefinieerd. Vervolgens worden algemene eisen voor de techniek vastgelegd, de documentatie en de testmethoden. Tenslotte volgt een samenvatting met de belangrijkste parameters.

Tot op heden is ten aanzien van akoestische signalering in Nederland niets geregeld, ook niet in het normblad voor elektrische verkeersregelinstallaties, de NEN 3384. De wens bestaat bij verschillende belanghebbenden om uiteindelijk tot een richtlijn of norm te komen. Thans lopen hiervoor meerdere initiatieven vanuit CVN, normcommissie en ISO.

2. Onderwerp

2.1 *Principiële werking*

De akoestische signalering voor voetgangersoversteekplaatsen is een installatie die wordt toegevoegd aan een verkeersregelsysteem ten behoeve van visueel gehandicapte weggebruikers. De werking van zo'n “tikker” is in principe eenvoudig. Er dient een bepaald geluidssignaal geproduceerd te worden bij het rode licht en een ander - sterk afwijkend - geluidssignaal als de regelinstallatie groen voorschrijft. Zoals bekend zijn de kleuren rood en groen van de voetgangerslantaarn en de bijbehorende pictogrammen genormaliseerd; evenzeer geldt dat de geluidssignalen in sterke mate gestandaardiseerd moeten zijn, opdat er ook voor de visueel gehandicapte geen twijfel kan bestaan over de feitelijke situatie. Deze standaardisatie zou in ieder geval in Nederland, maar bij voorkeur ook internationaal, van kracht moeten zijn.

2.2 *Plaatsing van de tikker*

In hoofdzaak kunnen bij de tikker twee gedeelten worden onderscheiden “de feitelijke weergevers” en “de aansturende/controleerende elektronica”. De weergevers (bijvoorbeeld één of meer luidsprekers) worden zo dicht mogelijk in de buurt van de oversteekplaats geplaatst; bij voorkeur in het armatuur. De aansturingselektronica kan, als daar ruimte voor is, eveneens in het armatuur geplaatst worden. Een andere logische plaats voor de elektronica is de kast van het verkeersregeltoestel.

Plaatsing langs de wegkant stelt bijzondere eisen aan de elektronica; hieraan zal in het volgende hoofdstukken uitgebreid aandacht worden besteed.

2.3 Geluidshinder

Hoewel de akoestische signalering een noodzakelijk hulpmiddel is voor het veilig laten oversteken van visueel gehandicapte weggebruikers, mag niet worden vergeten dat een van geluidssignalen voorziene oversteekplaats in zekere mate hinderlijk kan zijn voor ziende en niet-overstekende personen (bijvoorbeeld buurtbewoners). Om deze vorm van geluidsoverlast tot een minimum te beperken, zullen in de tikker de vier onderstaande voorzieningen moeten worden aangebracht.

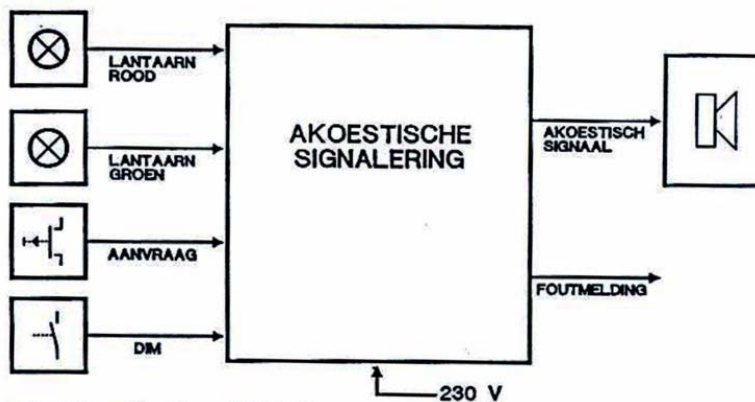
1. Het geluidsniveau dient instelbaar te zijn. Afhankelijk van verkeersintensiteit ter plaatse en omgevingscondities, zoals bebouwing, wordt het geluidsniveau zodanig ingesteld, dat de signalen duidelijk waarneembaar zijn, doch niet luider.
2. Extern, bijvoorbeeld vanuit de verkeersregelininstallatie, kan een signaal worden aangesloten dat de geluidsintensiteit terugbrengt naar een lager niveau gedurende verkeersluwe periodes. Omdat dit lagere niveau ook afhangt van omgevingscondities dient het eveneens instelbaar te zijn.
3. Een extern aanvraagsignaal zorgt ervoor dat het geluidssignaal alleen op verzoek van de overstekende voetgangers en gedurende een bepaalde tijd hoorbaar is. Dit aanvraagsignaal kan afkomstig zijn van een aparte druktoets bij de voetgangersoversteekplaats, of gecombineerd worden met de aanvraagknop voor groen licht naar de verkeersregelininstallatie. In dit laatste geval dient het geluidssignaal tevens als terugmelding dat de groenlichtaanvraag is herkend en in behandeling, is.
4. Indien de verkeersinstallatie buiten werking is, bijvoorbeeld in de nachtelijke uren, mag de akoestische signalering in het geheel geen geluid produceren.

2.4 Foutmelding

Het is van het grootste belang dat de akoestische signalering betrouwbaar werkt. Hiertoe moet het systeem zichzelf controleren op de juiste werking en bij foutcondities een signaal naar buiten afgeven voor verdere verwerking.

2.5 Functioneel blokdiagram

Uitgaande van de in- en uitgangssignalen zoals gedefinieerd in de voorgaande paragrafen kan een functioneel blokdiagram worden opgesteld. In het volgende hoofdstuk zullen de signalen verder worden gedefinieerd.



figuur 1 — Functioneel Blokdiagram

3. In- en uitgangssignalen, definitie

Voordat verder wordt ingegaan op de interactie tussen de in- en uitgangssignalen, moeten deze eerst op fysiek niveau worden vastgelegd. Alle signalen worden op de akoestische signalering aangesloten op een klemmenstrook; deze klemmenstrook moet geschikt zijn voor draaddiameters van 0,75 tot 2,5 mm². Lucht- en kruipwegen moeten voldoen aan de VDE 0110-norm, isolatiegroep C (industriële toepassingen) bij een nominale spanning van 250 V AC. De kabellengte is maximaal 100 m.

3.1 De signalen “lantaarn rood” en “lantaarn groen”

De akoestische signalering moet kunnen worden gebruikt bij bestaande verkeersregelinstallaties zonder deze installaties te hoeven aanpassen en ook zonder de werking hiervan te beïnvloeden. De eenvoudigste manier om dit te verwezenlijken, is gebruik te maken van de spanning over een lamp van het rood van een signaalgroep en een van het groen van deze signaalgroep. Deze lampspanning wordt in alle bestaande installaties afgeleid van het lichtnet en is dus een wisselspanning van 50 Hz; alleen het gebruikte voltage varieert.

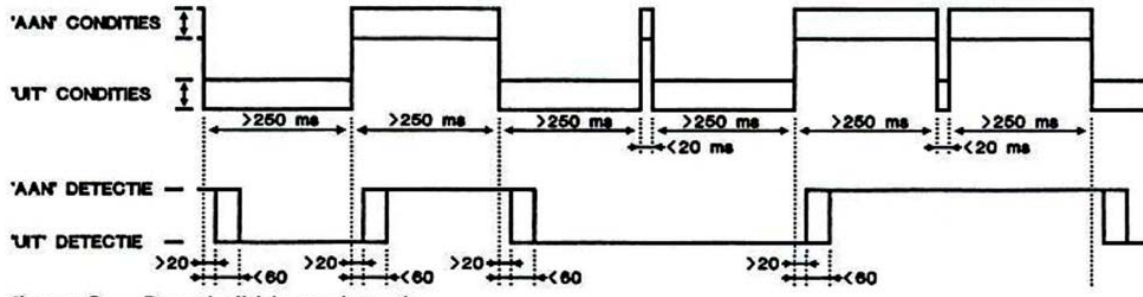
Verkeersregelinstallaties kunnen gebruik maken van lampstroomdetectie om de lantaarns te controleren op het defect raken van een lamp. Om te voorkomen dat de tikker een zodanige belasting vormt dat deze detectie niet meer betrouwbaar functioneert, is het noodzakelijk de maximale stroom door het lampspanningsdetectiecircuit te stellen op 30 mA (effectief). Ook is het van belang een minimumstroom te definiëren: capacitieve instraling op niet-aangesloten of los geraakte leidingen (bijvoorbeeld door oxydatie) kan vanwege de lange kabels relatief grote waarden aannemen. De tikker mag daarom niet reageren op 50 Hz-wisselstromen kleiner dan 350 µA (effectief) of op restspanningen kleiner dan 10% van de minimaal te detecteren spanning.

In principe worden twee typen verkeersregelinstallaties onderscheiden, zij die werken met netspanningslampen met een nominale spanning van 230 V, 50 Hz en zij die werken op een veiligheidsspanning van nominaal 40 V, 50 Hz. In beide gevallen kan gebruik gemaakt worden van een lagere spanning gedurende de nacht, waarbij de nominale lampspanning zakt naar 140 V respectievelijk 24 V, 50 Hz. Indien, zoals gebruikelijk, rekening gehouden wordt met netspanningsvariaties van +10 en -15% (uitgaande van 220 V; de toleranties die gelden voor 230 V zijn hierbij ingecalculerd), komen we uit op lampspanningen van 119 V tot, 242 V, 50 Hz, respectievelijk 20,4 V tot 46,2 V, 50 Hz. Het is toegestaan de detectiecircuits omschakelbaar te maken voor gebruik op netspannings- en veiligheidsspanningsinstallaties.

Nominale lampspanning	Detectie ‘lamp aan’	Detectie ‘lamp uit’
230 V	119 ... 242 V, waarbij I = 0,35 ... 30 mA	0 ... 12 V, en 0 ... 350 µA
40 V	20,4 ... 46,2 V, waarbij I = 0,35 ... 30 mA	0 ... 2 V, en 0 ... 350 µA

Gezien de directe koppeling met het lichtnet zijn piekspanningen te verwachten op de ingangen van de lampspanningsdetectiecircuits. De circuits dienen berekend te zijn op stoorspanningen volgens NEN 3384, wat neerkomt op 600 V stoorsignalen met een stijgtijd van 0,1 µs, een energie-inhoud van 2 J en een frequentie van 10 Hz tussen de ingangsklemmen.

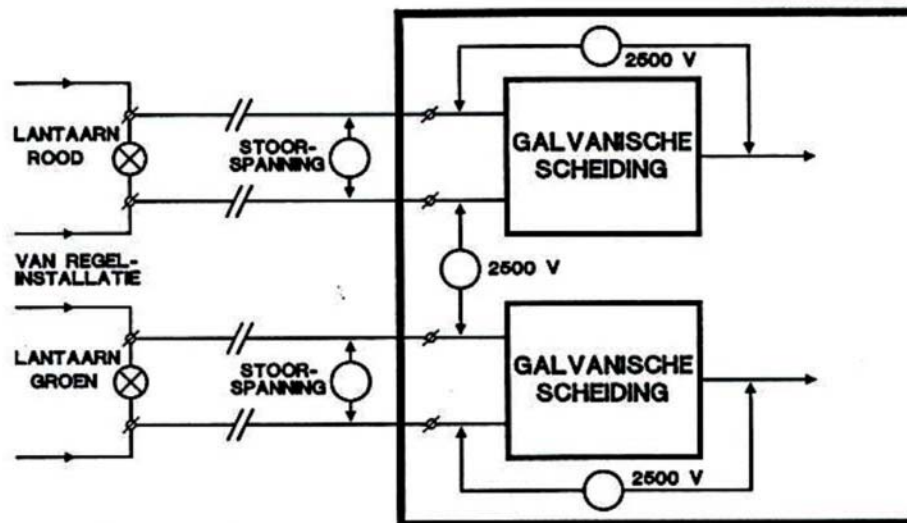
De reactietijd van de detectiecircuits dient zowel van lamp aan naar uit, als van lamp uit naar aan minimaal 20 en maximaal 60 ms (1 respectievelijk 3 netperioden) te bedragen, gemeten bij minimum aan- en uittijden van 250 ms. “Dips” van 20 ms of korter in zowel het “lamp aan”, als het “lamp uit” signaal mogen niet gedetecteerd worden indien de herhalingsfrequentie van deze “dips” kleiner is dan 4 Hz (zie figuur 2, blz 4).



figuur 2 – Reactietijd Lampdetectie

De lampdetectiecircuits dienen zowel ten opzichte van elkaar als van de rest van de akoestische signalering gescheiden te zijn volgens IEC 950 of 2500 V, 50 Hz continu en 3500 V gelijkspanning. De lucht - en oppervlakte kruipafstanden dienen minimaal 6 mm te bedragen. Isolatiweerstanden zijn minimaal $10^9 \Omega$ (0-500 V DC) en de lekstromen zijn maximaal 10 μ A bij 230 V, 50 Hz.

In Afbeelding 3 staan deze isolatiespanningen afgebeeld.



figuur 3 – Isolatie- en stoorspanningen

3.2 “Dim” en “Aanvraag” ingangen

Op de akoestische signalering moeten twee ‘potentiaalvrije contacten’ aangesloten kunnen worden, één voor het “aanvraag”-signaal en één voor het “dim”-signaal. De elektrische karakteristieken van beide ingangen zijn gelijk. Zowel het “aanvraag”- als het “dim”-contact zijn uitgevoerd als maakcontact. Dit heeft tot gevolg dat bij niet aansluiten van de “aanvraag”-ingang, evenals bij kabelbreuk, er geen aanvraagssignaal aanwezig zal zijn en er dus ook geen geluidssignalen worden gegenereerd. Installaties die geen gebruik maken van de “aanvraag”-mogelijkheid zullen dus van een doorverbinding moeten worden voorzien. Bij kabelbreuk in de “dim”-leiding zal de tikker op het luide niveau functioneren, hetgeen gezien wordt als de veiligste situatie.

Spanning en stroom

De lusspanning voor de twee ingangen wordt verzorgd door de tikker zelf. De spanning bedraagt 24 V \pm 10% gelijkspanning en de contactstroom moet tussen de 5 en 10 mA liggen. Er moet rekening gehouden worden met lange kabels; het circuit moet berekend zijn op een weerstand van een gesloten contact die kan variëren van 0 tot 500 Ohm, van een open contact van 50 KOhm tot oneindig. Een DC-lekstroom van 0 ... 1 mA geldt als een open contact.

Stoorspanningen

Vanwege de lange kabels zijn aanzienlijke stoorspanningen ten gevolge van capacatieve instraling (lichtnet, atmosferische ontladingen, bovenleiding enz.) te verwachten. De storingsongevoeligheid moet voldoen aan IEC 801-4, level 3.

Reactietijd

De reactietijden van een de “aanvraag”- en de “dim”-ingang zijn verschillend.

Voor de “aanvraag”-ingang moet de reactietijd van “uit” naar “aan” instelbaar zijn op de volgende vertragingstijden (niet integrerend):

50, 250 en 500 milliseconden, 1, 1.5, 2, 3 en 4 seconden.

De nauwkeurigheid van deze tijdsintervallen mag \pm 5% \pm 15 ms bedragen. De reactietijd van uit naar aan is niet instelbaar en dient tussen de 10 en 40 ms te liggen. Voor de “dim”-ingang zijn zowel de uit/aan als de aan/uit reactietijden vast ingesteld en bedragen beide 10... 40 ms. Geen van beide ingangen mag reageren op “dips” in zowel de “open contact” als de “gesloten contact” toestand van 10 ms of korter. Alle hier genoemde reactietijden gelden bij minimum aan- en uittijden van 200 ms.

Galvanische scheiding

Omdat beide zijden van het schakelcontact reeds potentiaalvrij zijn, is een galvanische scheiding niet noodzakelijk.

3.3 Foutmelding

Het potentiaalvrije relaiscontact van de foutmeldingsuitgang dient een contactrating te hebben van minimaal 125 V (AC) bij een stroom van minimaal 1 A volgens VDE 0110. De isolatie tussen wikkeling en contact moet berekend zijn op een spanning van 1000 V. Het contact dient als ‘failsafe’ maak-contact te worden uitgevoerd, wat inhoudt dat bij een functionerende akoestische signalering het contact gesloten is. Bij foutdetectie en uitval van de voedingsspanning (dus in die situaties waarin de tikker niet operationeel is) opent het contact; kabelbreuk wordt derhalve gezien als een mogelijke gevaarsituatie. Om een betrouwbare werking te kunnen garanderen, dient een kwalitatief zeer goed relais te worden toegepast.

3.4 Akoestisch uitgangssignaal

Als omzeters voor de door de akoestische signalering geleverde elektrische energie naar akoestische energie worden elektrodynamische luidsprekers gebruikt. Afhankelijk van de aard van de voetgangersoversteekplaats kunnen 1 tot 4 luidsprekers worden toegepast. Uit kostenoverwegingen zal de tikker slechts één vermogensversterker bevatten en derhalve dienen de luidsprekers in serie, parallel of serie-parallel te worden aangesloten. Uitgaande van een standaard impedantie van 8 Ohm en een maximum kabelimpedantie van 3 Ohm loopt de aangesloten impedantie uiteen van 8 tot 22 Ohm. Overigens valt de specificatie van het luidsprekersysteem buiten dit document.

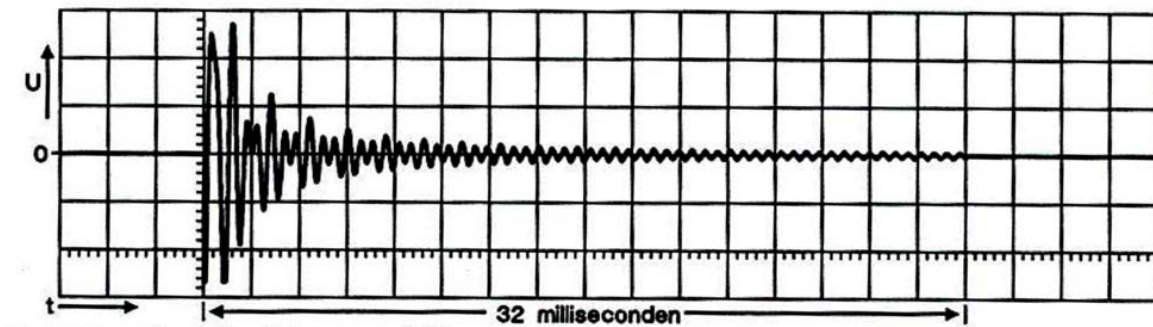
Geluidssignaal

Conform de aanbevelingen van het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO (IZF) dient het geproduceerde geluidssignaal te lijken op een mechanische 'tik' en wel met een frequentie van één tik per seconde bij een rode voetgangerslantaarn en 10 tikken per seconde bij groen. De maximale afwijking van deze frequenties wordt gesteld op $\pm 1\%$. Het zal duidelijk zijn dat de specificatie van "een op een mechanische tik gelijkend geluidssignaal" niet objectief mogelijk is, nog afgezien van een verandering in 'klank' ten gevolge van luidsprekerkeuze, behuizing, geluidsniveau en kabelimpedanties.

Als richtlijn voor het geluidssignaal kan echter een door de uitgangsversterker te leveren spanningsprofiel worden gekozen, dat tijdens langdurige praktijkproeven goed heeft voldaan. Deze spanning bestaat uit twee gedempte sinusvormige signalen met een frequentieverhouding van 1:1,5. De formule voor dit spanningsprofiel is bij benadering:

$$U / U_{\text{ref}} = (t/64 + 30)^{-1,3} \sin(0,75 \times t/64) - 30 \times (t/64 + 20)^{-2,22} \cos(0,5 \times t/64), t = 0 \dots 32000 \mu\text{s}$$

Eén "tik" duurt in dit geval dus 32 ms. Het oscillogram van het spanningsprofiel staat afgebeeld in figuur 4.



figuur 4 – Signaalprofiel van een 'tik'

Uitgangsversterker

Uit de praktijkproeven met bovenstaande signaalvorm is gebleken, dat de maximaal benodigde uitgangsspanning ± 20 V moet bedragen aan de luidsprekerimpedantie van 8 ... 22 Ohm. De bijbehorende stroom is derhalve maximaal $\pm 2,5$ A, zodat de versterker een piekuitgangsvermogen moet kunnen leveren van 25 W (bij sinusvormige signalen). Het gemiddelde vermogen ligt echter veel lager: de maximum elektrische energie per tik is bij het genoemde spannings-profiel ongeveer 60 mJ, zodat het maximum elektrisch uitgangsvermogen 0,6 W bij 10 tikken per seconde zal bedragen. Onder de aanname van een luidsprekerrendement van 5% en een demping van 10 dB in de luidsprekerbehuizing, betekent dit een akoestisch vermogen van 3 mW, dus een geluidsdruk van $15 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (ca. 72 dB) op 4 m afstand, indien een signaalgever wordt toegepast.

Verder is duidelijk dat:

- de versterker bestand moet zijn tegen capacatieve belasting tot maximaal 0,1 μ F in verband met de te verwachten kabellengte;
- de versterker continu kortsluitvast moet zijn;
- de versterker bestand moet zijn tegen het niet aansluiten van een belasting;
- de versterker bestand moet zijn tegen overspanningen aan de uitgang, zoals capacatieve inkoppeling van netspanning, atmosferische ontladingen, bovenleiding enz.

Noot:

Omdat slechts "tik"-signalen worden weergegeven, behoeven aan de geluidskwaliteit van de versterker geen hoge eisen te worden gesteld. Het lijkt voldoende als de vervorming beneden de 1% blijft en de brom- en ruisafstand groter is dan 60 dB ten opzichte van het maximale (sinus-)uitgangsvermogen. Volgens de TNO specificatie dient de bandbreedte van het geluidssignaal groter te zijn dan 250... 8000 Hz.

Galvanische scheiding

Galvanische scheiding tussen de vermogensversterker en het luidsprekercircuit is uit het oogpunt van aanrakingsveiligheid niet noodzakelijk. In verband met spanningsaanpassing of storingsongevoeligheid kan transformator koppeling echter wel gewenst zijn.

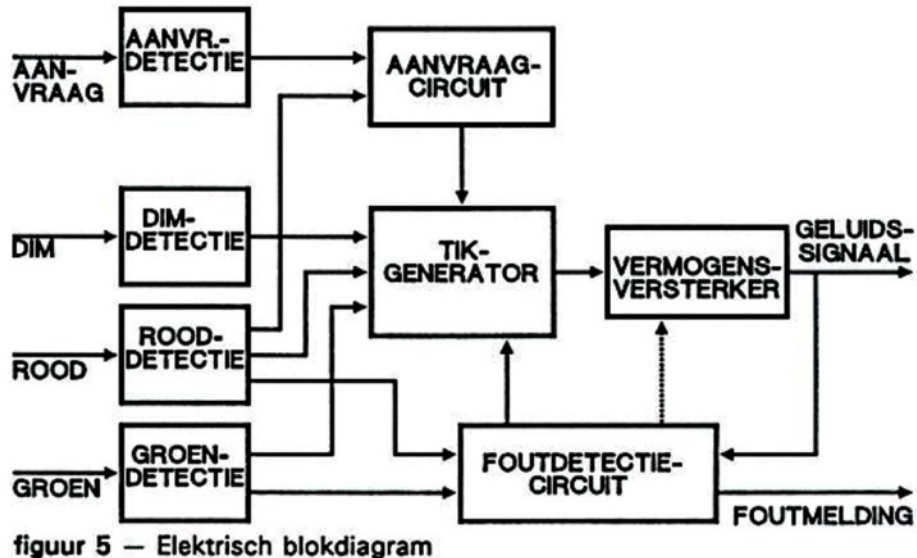
3.5 De voedingsspanning

De voedingsspanning voor de akoestische signalering bedraagt 230 V +10%, -15% bij een frequentie van 50 ± 1 Hz, overeenkomstig de norm voor verkeersregelinstallaties NEN 3384. De signalering dient, eveneens volgens deze norm, bestand te zijn tegen pulsvormige netverontreinigingen. Differentieel, dat wil zeggen tussen fase en nul, zal getest worden met piekspanningen van 600 V, een stijgtijd van 0,1 μ s en een energie-inhoud van 2 J. Ten opzichte van aarde zal getest worden met twee pulsspanningen: ten eerste 600 V, stijgtijd 0,4 μ s en energie-inhoud van 2 J en ten tweede 1000 V, stijgtijd 5-35 ns en een energie-inhoud van 2 mJ. Alle bovenstaande testspanningen zullen een herhalings-frequentie hebben van 10 Hz. Bovendien moet de schakeling immuun zijn voor netverontreinigingen volgens de norm IEC 801-4, level 3. De werking van de akoestische signalering mag verder niet worden verstoord door netonderbrekingen korter dan 20 ms, voor zover de herhalingsfrequentie van deze onderbrekingen kleiner is dan 1 Hz.

De opwekking en distributie van de voedingsspanningen is een zaak die wordt overgelaten aan de ontwerper; de specificaties in dit document hebben slechts betrekking op de uiteindelijke aansluiting op het lichtnet.

4. De werking van de akoestische signalering

Na onderzoek is een elektrisch blokdiagram tot stand gekomen waarmee de functionele werking van de akoestische signalering kan worden beschreven (figuur 5). Dit schema moet alleen gezien worden in het kader van de functionele beschrijving; in werkelijkheid kunnen delen van het blokdiagram geheel of gedeeltelijk zijn geïntegreerd.



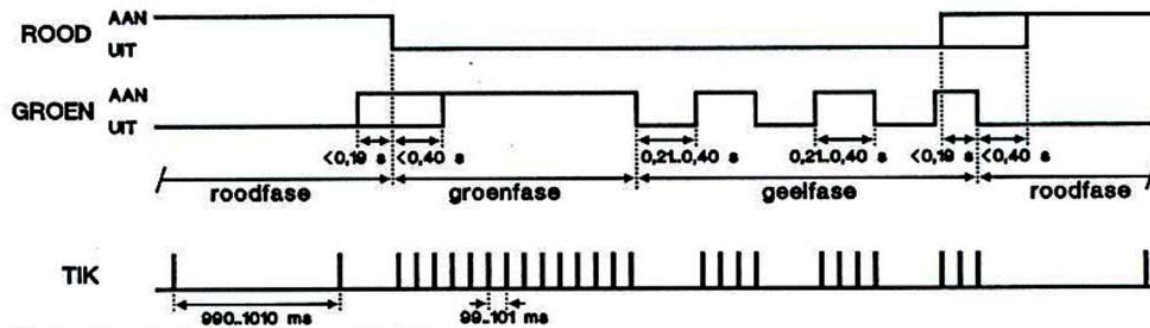
De principiële werking van de akoestische signalering is reeds in de inleiding vermeldt: een geluidssignaal produceren van 1 “tik” per seconde bij een rood voetgangerslicht en 10 “tikken” per seconde bij groen. Hierbij komt nog de specificatie van de functie van de “aanvraag”-toets, de detectie en afhandeling van foutcondities en het foutmeldings-uitgangssignaal.

4.1 De lampvolgorde

In normaal bedrijf kent de verkeersregelininstallatie voor de voetgangerslantaarns drie achtereenvolgende fasen.

1. Groenfase:
het groene voetgangerslicht is continu verlicht.
2. Geelfase:
het groene voetgangerslicht knippert met een frequentie van 1,4 ... 2 Hz met een licht-donker verhouding van 1:1.
3. Roodfase:
het rode voetgangerslicht is continu verlicht.

De overlaptijd van het rode en het groene licht, die kan voorkomen bij de overgang van de geelfase naar de roodfase en van de roodfase naar de groenfase kan volgens NEN 3384 maximaal 0,15 s bedragen. Dit is de (maximum) periode waarin zowel de rode als de groene lantaarn aan mogen zijn. Bij een reactietijd van 20 ... 60 ms voor beide lamp-detectiecircuits dient de signaleringselektronica rekening te houden met een overlap van maximaal 0,19 s. De maximum negatieve overlap van het rode en het groene licht, dat is de tijdsperiode waarin beide lantaarns gedoofd mogen zijn, is niet gespecificeerd in NEN 3384. Hiervoor nemen we de maximum donkertijd in de geelfase (0,36 s), vermeerderd met de detectie-onzekerheid, dus 0,40 s. Het tijdvolgordediagram van de gedetecteerde lampspanningen kan er dus uitzien als in figuur 6.



figuur 6 – Lampspanningen en tiksignalen

De overgang van geelfase naar roodfase vindt asynchroon met de knipperfrequentie plaats. De minimum tijd voor de laatste lichtperiode van het groene licht tijdens de geelfase bedraagt dus 0 ms; de tijd dat beide lampen gedoofd zijn kan aan het eind van de geelfase iets langer zijn dan 0,40 s. Dit gegeven mag geen gevolgen hebben voor de werking van de akoestische signalering.

4.2 De tikgenerator

De tikgenerator heeft tot taak een bepaald signaalprofiel te genereren, dat via de vermogensversterker en de weergevers wordt omgezet in een hoorbare “tik”. Het signaal dient qua vorm altijd hetzelfde te zijn; de grootte is afhankelijk van de ingestelde geluidsniveaus en de status van de “dim”-ingang. Het signaalprofiel dient onder normale werkingscondities altijd te worden afgemaakt en de minimumtijd tussen twee bedraagt $0,1 \text{ s} \pm 1 \text{ ms}$. “Dubbele” en “halve” tikken zijn dus niet toegestaan.

De tikgenerator dient binnen 10 ms te reageren op veranderende ingangscondities, door bijvoorbeeld de volgende werkingstabel te implementeren.

Lantaarn		Tijd t verstreken sinds laatste tik		
Groen	Rood	$t < 0,1 \text{ s}$	$0,1 = t < 1 \text{ s}$	$t = 1 \text{ s}$
uit	uit	geen tik	geen tik	geen tik
aan	uit	geen tik	tik	tik
uit	aan	geen tik	geen tik	tik
aan	aan	geen tik	geen tik	geen tik

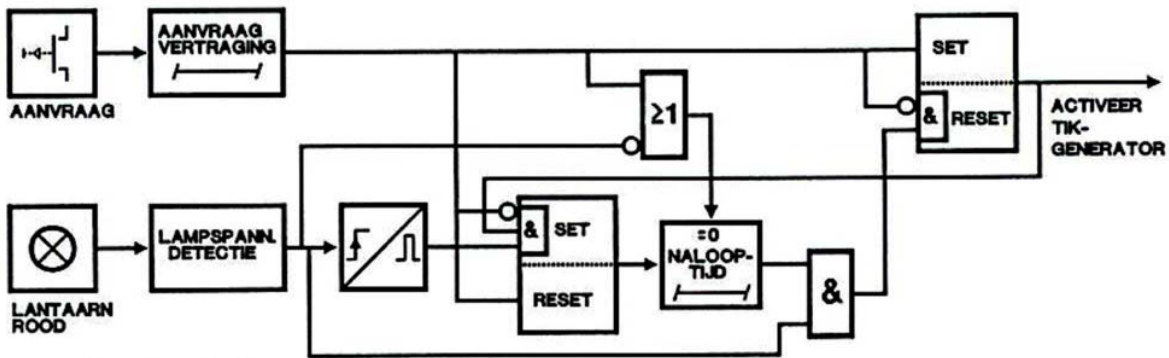
Voordat het signaal wordt gegenereerd moet de tikgenerator de status van de “dim”-ingang bekijken om zo het juiste signaalniveau in te stellen.

Het tiksignaal is niet altijd aanwezig, het kan onderdrukt worden door:

1. het aanvraagcircuit;
2. het foutdetectiecircuit.

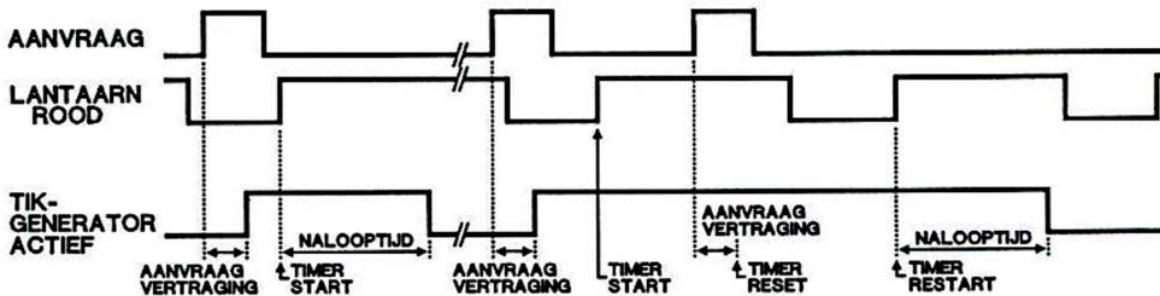
4.3 Het aanvraagcircuit

Indien de akoestische signalering is uitgerust met een aanvraagssignaal mag het geluidssignaal slechts gedurende een bepaalde (instelbare) tijd te horen zijn. Zodra het aanvraagssignaal gedetecteerd wordt - dat is na de instelbare aanvraagvertraging zoals beschreven in hoofdstuk 2 - dient de tikgenerator geactiveerd te worden. Een timer, die de minimale duur van het geluidssignaal bepaalt, start zodra de akoestische signalering de overgang van de geelfase naar de rodfase detecteert, tenzij het aanvraagssignaal nog aanwezig is. De tikgenerator zal gedeactiveerd moeten worden zodra de timer een vooraf ingestelde tijd overschrijdt en het rode voetgangerslicht brandt. Het afwezig zijn van het roodsignaal (dus gedurende de groen- of geelfase) stelt de timer altijd terug op 0. Verder dient een binnenkomend aanvraagssignaal te allen tijde het hele timercircuit in zijn uitgangspositie terug te brengen, opdat iedere aanvrager verzekerd kan zijn van de ingestelde minimum nalooptijd. De functiediagram (figuur 7) geeft aan hoe het aanvraagcircuit kan worden gerealiseerd.



figuur 7 – Functiediagram aanvraagcircuit

Het tijdvolgorde-diagram van figuur 7 geeft voor twee willekeurige situaties de signaalvolgorde aan. Het eerste geval schetst de normale situatie waarbij het geluidssignaal na de aanvraagvertraging wordt geactiveerd en hoorbaar is tot het verstrijken van de nalooptijd. In het tweede geval wordt tijdens de nalooptijd, terwijl het tiksignaal al hoorbaar is, een tweede aanvraag gedetecteerd. De tijdsduur van het hoorbaar zijn van de geluidssignalen wordt dan verlengd.



figuur 8 – Tijdvolgorde-diagram aanvraagfunctie

De nalooptijd is instelbaar op de volgende waarden:

5, 10, 20, 40, 60, 90, 120 en 240 seconden met een nauwkeurigheid $\pm 1\% \pm 1$ s.

Bij een continu aanwezig aanvraagssignaal zal de tikgenerator constant geactiveerd zijn.

4.4 *Het foutdetectiecircuit*

De akoestische signalering dient te zijn voorzien van een autonome bewaking die de werking van de tikgenerator controleert met de aangeboden lichtkleur. Het bewakingscircuit heeft alleen te controleren op tik-frequentie, op signaalvorm en signaalniveau vindt geen controle plaats. De tikfrequentie wordt afgeleid van de luidsprekerspanning of -stroom. De tijd tussen twee opeenvolgende tikken moet met een nauwkeurigheid van $5\% \pm 5$ ms kunnen worden bepaald, onafhankelijk van het ingestelde geluidsniveau. De bewaking dient drie situaties te kunnen onderscheiden (zie ook afbeelding 6).

- Blijkt de tijd kleiner dan 80 ms, dan is er altijd sprake van een foutsituatie. De minimum tijd tussen twee tikken bedraagt immers 100 ms (bij groen).
- Ligt de tijd tussen de 80 en 930 ms, dan dient de bewaking te controleren of op het moment van acquisitie van de lampspanningen door de tikgenerator de situatie: groen = aan, rood = gedoofd aanwezig was. De gedetecteerde tik ligt in dit geval in de groen- of geelfase.
- Is de tijd groter dan 930 ms, dan dient de bewaking te controleren of op het moment van acquisitie van de lampspanningen door de tikgenerator de situatie: groen = aan, rood = gedoofd óf groen = gedoofd, rood = aan aanwezig was. Een tijd groter dan 1 s kan bijvoorbeeld het gevolg zijn van het inschakelen van het geluidssignaal door het "aanvraag"-circuit bij groen of rood licht, of bij de start van het regelprogramma van de installatie (normaal begint de fasecyclus met de roodfase).

Nadat een foutsituatie is opgetreden, dient het bewakingscircuit de tikgenerator af te schakelen en het foutmeldingsrelais te deactiveren. Deze situatie moet voortduren tot een power-up.

Opmerkingen:

1. De bewaking van de tikfrequentie werkt achteraf. De tikgenerator wordt pas uitgeschakeld nadat een onjuiste tik is geproduceerd.
2. Worden door een defect in de tikgenerator of eindversterker in het geheel geen tikken gegenereerd, dan wordt dit niet als een foutsituatie beschouwd. Geen signaal is minder ernstig dan een verkeerd signaal.
3. Omdat de bewaking autonoom moet zijn, mogen de tikgenerator en het bewakingscircuit geen gemeenschappelijke componenten bevatten, tenzij de uitval van zo'n gemeenschappelijk component niet kan leiden tot een onveilige situatie (bijvoorbeeld voedingspanning).

De bewaking dient zichzelf bij power-up en vervolgens minstens eenmaal per 24 uur te controleren. De manier waarop dit gebeurt, hangt af van de gebruikte elektronica. De self-test mag niet leiden tot het activeren van het externe foutmeldingssignaal, doch indien de test faalt, dient dit uiteraard wel te gebeuren.

Een tweede functie van de bewakingselektronica is een controle op gelijktijdig rood en groen voetgangerslicht. Aangezien de verkeersregelinstallatie hier al een bewaking op heeft, duidt een dergelijke situatie op een fout in de lampspanningsdetectiecircuit, hetgeen kan leiden tot verkeerde interpretatie van de lampspanningen. Deze functie kan niet via een self-test worden gecontroleerd.

5. Algemene eisen

Behalve de in het voorgaande genoemde specifieke eisen, dient de akoestische signalering te voldoen aan een aantal meer algemene voorwaarden. Als uitgangspunt kan hierbij gelden de Nederlandse norm voor elektrische verkeersregeltoestellen, de NEN 3384. Veel van de produktspecificaties zullen afhangen van de behuizing waarin de signalerings-elektronica wordt ingebouwd. Hoewel dit document niet als doel heeft de behuizing te specificeren, kunnen sommige van deze eisen niet onvermeld blijven omdat zij eveneens van belang zijn voor de keuze van de elektronica. Kenmerken zoals waterdichtheid, slagvastheid en bestendigheid tegen brand, vandalisme blijven echter buiten beschouwing.

De specificaties vallen in drie categorieën, t.w. mechanisch, elektrisch en omgevingscondities. De parameters zullen puntsgewijs worden vermeld en waar nodig van een toelichting worden voorzien. Met nadruk wordt vermeld dat van de genoemde normbladen soms aanvullingen en revisieverhogingen verschijnen. Vanzelfsprekend dient de akoestische signalering in dat geval aan de laatste normen te worden getoetst. Waar in de navolgende beschrijving sprake is van “bestand zijn tegen” moet verstaan worden dat het normale functioneren van de akoestische signalering niet of slechts gedurende zeer korte tijd mag worden onderbroken. Eventueel optredende fouten moeten dus zelfherstellend zijn en er mag geen permanente beschadiging van componenten optreden of ingrijpen van een servicetechnicus nodig zijn.

5.1 *Mechanisch*

- Uitvoeringsvorm
In principe zijn twee uitvoeringsvormen voor de akoestische signalering mogelijk, t.w. de stand-alone toepassing (één per oversteekplaats) en een gecentraliseerd systeem, dat meerdere oversteekplaatsen bedient. In dit laatste geval kan worden gedacht aan rack-montage van een aantal identieke units in een 19-inch rack, waarbij bijvoorbeeld de voeding gemeenschappelijk is.
- Afmetingen
De elektronica dient te worden ondergebracht op een printplaat met de basisafmetingen van een “enkele Eurokaart”, 100 x 160 mm, eventueel voorzien van extra printruimte met behulp van een “piggyback”- of “sandwich”-constructie. De maximum componenthoogte bedraagt in de stand-alone uitvoering 60 mm; bij rack-montage moet worden gestreefd naar een componenthoogte die compatibel is met de gebruikelijke printafstand in 19-inch systemen (0,8 inch).
- Koeling
Koeling vindt plaats via natuurlijke convectie. Ter vermijding van “hot-spots” dient het koelend oppervlak zo groot te zijn als praktisch uitvoerbaar is.
- Schokbestendigheid
De signaleringselektronica moet, onverpakt, bestand zijn tegen maximaal 5 G gedurende 25 ms, bij een trapeziumvormig schokpatroon, gemeten in drie richtingen volgens IEC 68-2-6.
- Bestendigheid tegen trillingen
De signaleringselektronica moet, onverpakt, bestand zijn tegen continue trillingen van maximaal 0,5 G bij een frequentie van 5-150 Hz, gemeten in drie richtingen volgens IEC 68-2-6.
- Montage
De stand-alone uitvoering dient voorzien te zijn van voldoende (minimaal 4) montagegaten voor bevestiging in de behuizing. Bij rack-montage is, zoals gebruikelijk bij 19-inch systemen, sprake van bevestiging op kaartgeleiders.
- Aanrakingsveiligheid
Er dienen maatregelen te worden genomen ter voorkoming van verwondingen door scherpe randen en punten en oppervlakken met hoge temperatuur; een en ander volgens NEN 60950 (IEC 950).

- Brandveiligheid
De richtlijnen die NEN 60950 geeft ter voorkoming van brand ten gevolge van kortsluiting dienen in acht te worden genomen.

5.2 *Elektrisch*

Elektromagnetische compatibiliteit

1. Electrostatic Discharge (ESD)
De akoestische signalering dient, in zijn behuizing, bestand te zijn tegen ontladingen van statische elektriciteit volgens het "human body model" conform IEC 801-2, level 3 (8 kV). Deze eis is iets zwaarder dan de NEN 3384 voorschrijft.
2. Immunititeit voor elektromagnetische straling
De akoestische signalering dient bestand te zijn tegen continue elektromagnetische velden conform IEC 801-3, level 3. In het frequentiegebied tot 27 MHz, dat niet wordt bestreken door deze norm, dient te worden voldaan aan de NEN 3384.
3. Immunititeit voor magnetische velden
De akoestische signalering moet bestand zijn tegen continue magnetische velden, in alle richtingen, met een veldsterkte van 60 A/m bij een frequentie van 50 Hz, volgens de NEN 3384.
4. Immunititeit voor hoogfrequent instraling via de voeding
De akoestische signalering dient bestand te zijn tegen hoogfrequente interferentie via het lichtnet volgens de Europese norm EN 60555.
5. Immunititeit voor pulsformige stoorsignalen via de voeding en I/O-lijnen
De akoestische signalering moet bestand zijn tegen pulsformige lichtnetspanningen en capacitieve inkoppeling op signaallijnen volgens IEC 801-4, level 3 (industriële omgeving). Bovendien moet met betrekking tot pulsformige netverontreinigingen voldaan zijn aan de NEN 3384.
6. Emissie van elektromagnetische straling
De elektromagnetische straling, gegenereerd door de akoestische signalering (stralingsemissie), dient lager te zijn dan de grenzen aangegeven in de norm NEN 55022, klasse A (industriële apparatuur).
7. Emissie van hoogfrequente signalen via de voeding
De akoestische signalering dient, met betrekking tot de emissie van hoogfrequente spanningen en transiënten via het lichtnet (geleidingsemissie) te voldoen aan NEN 55022, klasse A (industriële apparatuur).

Veiligheid

Met betrekking tot de elektrische veiligheid wordt verwezen naar de Europese norm EN 60950. De norm geeft specificaties voor isolatie, kruip- en luchtwegafstanden, zekeringen enz.

5.3 *Omgevingscondities*

Temperatuur

De akoestische signalering moet kunnen functioneren bij omgevingstemperaturen van -30 tot +70° C. Wanneer de signalering niet operationeel is, bijvoorbeeld tijdens opslag of vervoer, bedraagt het toelaatbare temperatuurgebied -40 tot +85° C.

Vochtigheid

De toelaatbare relatieve vochtigheid van de omgevingslucht bedraagt 0 tot 95%, zonder condensvorming. Indien nodig kan de relatieve vochtigheid in de behuizing worden geconditioneerd met behulp van silicagel.

Vervuilingsgraad en chemische invloeden

Deze worden bepaald door de behuizing en worden hier niet gespecificeerd.

5.4 *Aanvullende eisen*

- De levensduur van de elektronica dient berekend te zijn op 10 jaar continu bedrijf.
- De levensduur van het ontwerp dient berekend te zijn op 5 jaar. De componentenkeuze moet zodanig zijn dat de leverbaarheid gedurende de komende 5 jaar redelijkerwijs gegarandeerd kan worden. Componenten waarvan geen "second-source" bestaat, dienen te worden vermeden.
- Iedere print moet, waar nodig, voorzien zijn van testpunten (minimaal een aardpunt) en tekstopdruk ten behoeve van onderhoud en reparatie.
- Iedere print dient voorzien te zijn van een uniek identificatienummer.
- Iedere print dient begeleid te worden door een testrapport waaruit de correcte werking onder een aantal gespecificeerde condities blijkt.
- De kostprijs dient zo laag mogelijk te zijn.
- Het energieverbruik dient zo laag mogelijk te zijn.

6. Samenvatting

Lampdetectie	140 ... 230 V of 24 ... 40 V nominaal, $I < 10$ mA
Aanvraagingang	maakcontact 24 V / 5 ... 10 mA, vertraging 50, 250, 500 ms, 1, 1.5, 2, 3, 4 s, instelbaar
Dimingang	maakcontact 24 V / 5 ... 10 mA
Foutmelding	failsafe relaiscontact 125 V / 1 A
Uitgangssignaal	mechanische "tik": 1 tik per seconde bij rood licht, 10 tikken per seconde bij groen licht
Uitgangsvermogen	20 V max. aan 8 ... 22 Ohm, 60 mJ max. elektrische energie per "tik", instelbaar
Nalooptijd	5, 10, 20, 40, 60, 90, 120, 240 s, instelbaar
Voeding	230 V, 50 Hz
Bewaking	op tikfrequentie en op gelijktijdig rood en groen