

Hvad er PID?

- udgivet d. 26. marts 2019, oprindelig tekst af Ion Science Ltd.

Introduktion

PID er en forkortelse for "Photo-Ionization Detector = Fotoioniseringsdetektor". En PID er en håndholdt, personbåren- eller vægmonteret detektor der måler en bred række af volitale organiske komponenter (Volatile Organic Compounds = VOCs) og viser organiske komponenter på en skala fra parts-per-million (ppm) til parts-per-billion (ppb). VOCerne giver et kontinuerligt udslag og kan alarmere når niveauerne overstiger de brugerdefinerede grænseværdier. PIDen kan også logge data, beregne et tids-vægtet gennemsnit (Time-Weighted Average = TWA) og kortvarige udsættelsesgrænser (Short Term Exposure Limit = STEL), og alarmer over de fastsatte hygiejniveauer.

Den interne pumpe bruger avancerede modeller til at trække luftprøver fra en afstand op til 30 meter. PID bliver normalt brugt til industrielle hygiejnemålinger for at sikre at medarbejdere ikke bliver eksponeret ift. giftige komponenter sammen med sekundær brug som målinger af:

- brændstofdampe
- opløsningsmidler
- malerkabiner
- kemikalieudslip
- lukkede rum
- luftkvalitet indendørs
- pesticider
- miljøoprydning
- lækagesøgning
- linje monitorering
- LEL-målinger
- kontrol af kemiske processer
- varmeoverførsels- væsker
- sterile laboratorier
- brændundersøgelse
- og flere ting

Hvordan virker en PID

Figur 1 er en illustration over Ion Science PID sensorsystem. En UV-lampe genererer højenergi fotoner som bevæger sig igennem lampevinduet og en net elektrode i sensor-kammeret. Prøvegass bliver pumpet over sensoren og omkring 1% af det difuser igennem et porøsmembranfilter ind i den anden side af sensor-kammeret. Cirklen i bunden til højre af figuren, viser hvad der sker på et molekylært niveau. Når en foton med nok energi rammer en molekyle M, bliver en elektron (e-) skubbet ud. M+ ionen bevæger sig hen til den katodiske elektrode og elektronen bevæger sig til anoden, resulterende i en strømning der er proportional til gaskoncentrationen. Den elektriske strøm bliver forstærket og vist som ppm eller ppb koncentration. Ikke alle molekyler M kan blive ioniserede. Derfor, slår de største bestanddele af ren luft ikke ud, som nitrogen, oxygen, kuldioxid, argon osv. giver ingen reaktion, men det vil de fleste VOCer gøre.

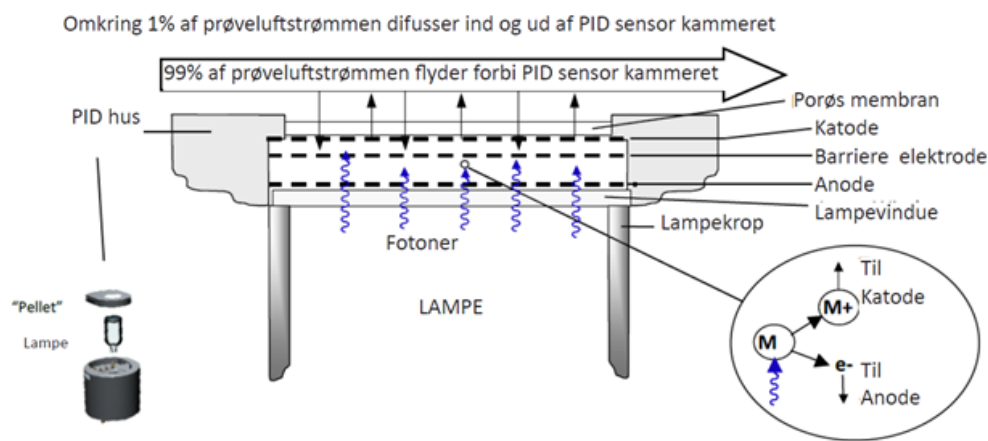
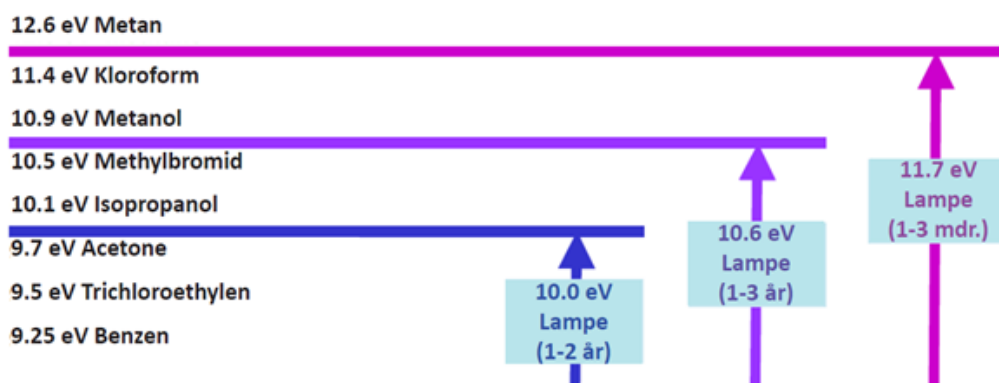


Figure 1. Ion Science PID sensor design.



Udvælgelse af lampe

Der er 3 forskellige PID-lamper tilgængelige med den maksimale fotonenergi af 10.0 eV, 10.6 eV og 11.7 eV. Figur 2 illustrerer hvordan lampen kun kan detektere på de komponenter der har samme ioniseringsenergi (IE) der er tilsvarende eller lavere til lampens fotonantal. Derfor kan en 10.6 eV lampe måle hydrogensulfid med en IE på 10.5 eV og alle komponenter med en lavere ioniseringsenergi, men den kan ikke detektere metan eller komponenter med en højere ioniseringsenergi. Valget af lampe afhænger af i hvilken applikation den skal bruges. Når der kun er en enkelt komponent til stede kan man med fordel vælge at bruge én lampe. Hvis standardlampen på 10.6 eV kan vælges, vil det have den laveste omkostning med en lang levetid på et par år. For komponenter med et højt IE som kloroform er det nødvendigt at bruge lampen med 11.7 eV som har en kortere levetid, på et par måneder. I et område med blandede komponenter anbefales det at bruge lampen med den laveste energi muligt. Eks. ved måling af acetone ved tilstedeværelse af isopropanol (isopropylalkohol) kan man bruge lampen med 10.0 eV, som ikke vil have en forstyrrelse af isopropanolen.



Figur 2. Grænseværdier for PID-lampe energi



Hvilke komponenter kan en PID måle

PID kan måle på mange tusind forskellige VOCer. Sensitiviteten er i store træk den følgende liste:

- Aromater, som benzen, toluen, xylene, pyridin, fænol, anilin, naphthalen...
- Alkener, som butadien, cyklohexen, trichlorethylen, vinylchlorid, terpentiner, limonener rengøring...
- Bromider & Iodider, methylbromid begasning, brompropan affedningsmiddel, desinfektionsmiddel med jod
- Sulfider & Mercaptaner, som methylmercaptan naturlig gas odorant
- Organiske Aminer, som metylaminer, trimethylaminer... (tilbøjelige til at være ustabile)
- Ketoner, som acetone, metyl etyl ketoner (MEK), metyl isobutyl ketoner (MIBK)...
- Ether, som etyl ether opløsning, metyl-t-butyl ether tilsætningsstof til benzin, etyl cellopløsning...
- Ether & Acrylater, som etyl acetat opløsningsmiddel, metyl methacrylat lim, PGMEA...
- Aldehyder, som glutaraldehyd sterilisator, acetaldehyd, formaldehyd...
- Alkohol, som butanol, isopropanol, ethanol, propylenglycol...
- Alkaner, som hexan & Isopar opløsningsmiddel, oktan og dieselolie
- Nogle uorganiske, som ammoniak (NH₃), hydrogensulfid (H₂S) og fosforin gas (PH₃)

Udover det vil der være varierende reaktioner på chlorinerede komponenter, organiske syrer, silikate-, borate- og fosfate- etherer, isocyanater og mange andre. Brændstoffer som bilbenzin og diesel, kerosen og jetbrændstof er blandinger af aromater, alken og alkaner, og har derfor en stærk reaktion.

Hvad måler en PID ikke

Der er ingen reaktion på:

- Komponenter i ren luft, som nitrogen, oxygen, kuldioxid, vanddamp, argon...
- Ædle gasser, som helium, xenon, krypton, argon...
- Mest små molekyler, som hydrogen, kulilte, HCN, ozon, brintoverilte, SO₂...
- Naturgas, inklusiv metan og etan
- Mineralsyre, som hydrochloridsyre, nitratsyre, sulfidsyre...
- Fluorholdige komponenter, som Freon kølemiddel, anæsthesigas, svovlhexafluorid...
- Ikke flygtige, som PCB, PAH, MDI, fedtstoffer, voks...
- Radioaktive, som uran, plutonium, radon...

Forprogrammerede reaktions faktorer

TA-02 (Ion Science PID-reaktions faktorer) kvantificerer over 800 komponenter reaktions faktorer (RF) ift. reaktionen af isobutylen. Selvom det mest korrekte ville være at kalibrerer med den gas der ønskes at måle på, vil en sådan gasprøve sjældent være bredt tilgængelig, hvilket gør kalibrering med isobutylen som standard til en nem løsning. Når en PID bliver kalibreret med isobutylen, bliver aflæsningen af komponenter konvertere som følgende:

$$\text{Den sande koncentration} = \text{PID aflæsningen} \times \text{RF}$$

I Tabel 1 ses nogle RF-værdier for nogle få kemikalier. F.eks. hvis en PID kalibreres med isobutylen bruges til at måle benzen med en 10.6 eV lampe så er målingen 10 ppm, for den sande koncentration:

$$\text{Benzenkonzentrationen} = 10 \text{ ppm} \times 0.46 = 4.6 \text{ ppm benzen}$$

Hvis det samme resultat opnås med ethanol, så vil den sande koncentration være:

$$\text{Ethanol koncentrationen} = 10 \text{ ppm} \times 8.7 = 87 \text{ ppm Ethanol}$$

Tabel 1. Reaktions faktorer for eksempel komponenter med PID-lamper

Komponent	Ioniseringsenergi	RF 10.0 eV Lampe	RF 10. eV Lampe	RF 11.7 eV Lampe
Benzen	9.24 eV	0.59	0.46	0.4
Ethanol	10.47 eV	ZR*	8.7	8
Chloroform	11.42 eV	ZR*	ZR*	3.5

*ZR = ingen reaktion



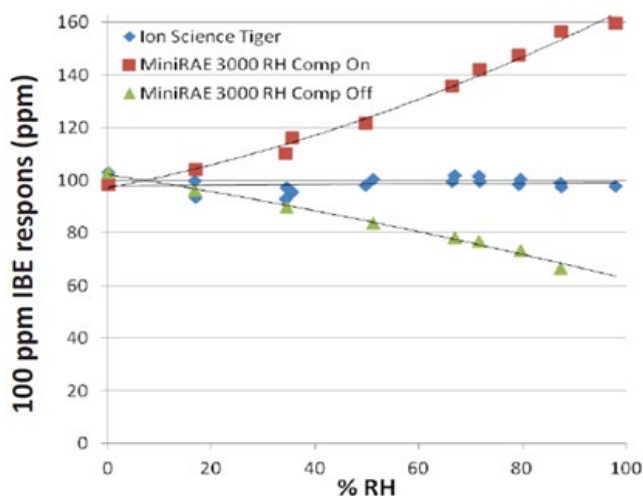
Note, hvis RF er inverse i følsomheden eks. jo lavere RF, jo mere følsom en komponent. Det tager 87 ppm ethanol for at få den samme 10 ppm reaktion som 4.6 ppm benzen.

Pre-Programerede reaktions faktorer

De fleste af Ion Science PIDer kommer med 800+ RF indlæst, der kan kaldes frem af brugeren. I det tilfælde vil displayet vise den direkte koncentrationen af kemikaliet og der vil ikke være behov for yderligere beregninger. Note, hvis du kalder en RF fra hukommelsen gør det ikke PID mere modtagelig for den, den vil måle på alle kemikalier til stede, hvis der er tale om et miks.

Pantentere "fence" Elektrode forhindrer problemer med luftfugtighed

De fleste PIDer dør med lave aflæsninger når luftfugtigheden er høj pga. 'kvælning' af vanddampe, som vist i den grønne trekant i Figur 3. Modsat eks. varierende høje aflæsninger ved høj RH kan også forekomme når sensoren bliver forurenset. Ion Science har løst disse 2 problemer med en barriere elektrode og anti-forureningssystem design (se Figur 1) hvorved sensoren bliver beskyttet via diffusion af gasser igennem et filter. Andre producenter prøver at kompensere for RH 'kvælning' ved at tilføje en sensor der måler på luftfugtigheden. Men som Figur 3 viser med de brune trekanter så er kompensationen ofte ikke korrekt og kan overkompensere, som resulterer i falske høje målinger. I kontrast er Ion Science sensoren (de blå diamanter i Figur 3) ikke påvirket af luftfugtigheden og har ikke behov for nogen form for kunstig kompensation, og er af samme grund mere pålidelig og korrekt også ved måling i normal luftfugtighed. Dette gør Ion Science PID specielt brugbar ift. applikationer med jord til luftanalyse ved miljøoprydning, hvor prøver ofte er meget fugtige og udsatte for forurening af snavs og støv, som oftest giver store problemer for andre PIDer.



Figur 3. Effekten af RH på Tiger og MiniRAE 3000 PIDer.



PID til LEL-test

PID er brugbare til at måle hvor brandbar en atmosfære er. Måling af hvor brandbare dampe er eller LEL (low explosive limit = bundgrænse for eksplosion) bliver normalt gjort med en pellistor, eller en katalytisk sensor. Normalt bliver alarmen sat til 10% LEL for at have en god sikkerhedsmargin. Men LEL for mange VOCer er kun få Vol %. Da 1 Vol % er lig med 10,000 ppm, 10% LEL er typisk indenfor flere 100 til få 1000 ppm, som er et nemt målområde for en PID. F.eks. styren og vinylchlorid har LEL på 1.1 Vol % and 4.4 Vol %,

for hvilke 10% LEL er respektivt lig med 1100 ppm og 4000 ppm. LEL-sensor er billigere end PIDer men har visse begrænsninger:

- Svag respons på nogle carbonhydrider som diesel- og jetbrændstof, terpentin osv.
- Bliver forgiftet af
 - a) polymer komponenter som styren og vinylchlorid
 - b) silikoner og komponenter indeholdende svovl, chlorid, bromid, fosfor, bly osv.

PIDer lider ikke af denne type af problemer og er derfor mere brugbare når det kommer til at måle LEL i disse situationer. Eks. inkluderer: flyselskaber der er afhængige af PIDer for at sikre LEL sikkerhed når der tankes med jetbrændstof, produktioner der benytter silikone smørrestoffer og fabrikker der fylder deodoranter, og polystyren producenter og hærdning.

PID har ikke brug for Oxygen

PIDer kan fungere de steder hvor der skal måles på giftige komponenter hvor der ingen oxygen er tilstede. I kontrast, har de fleste elektrokemikalie sensorer og pellistor-type LEL-sensorer brug for oxygen for at virke. Selvom medarbejderne i denne situation med størst sandsynlighed vil have iltmaske/renluft systemer på, kan det være nødvendigt at måle VOCer for udsættelse af huden for farlige stoffer eller en potentiel eksplosion hvis luft pludselig bliver introduceret. Nogle kontrolsituationer for kemiske processer kan de køre en inert atmosfære og kan derved brug PIDer til at overvåge VOC.

For mere information kontakt GasDetect på info@gas.dk eller +45 42 42 50 70.