

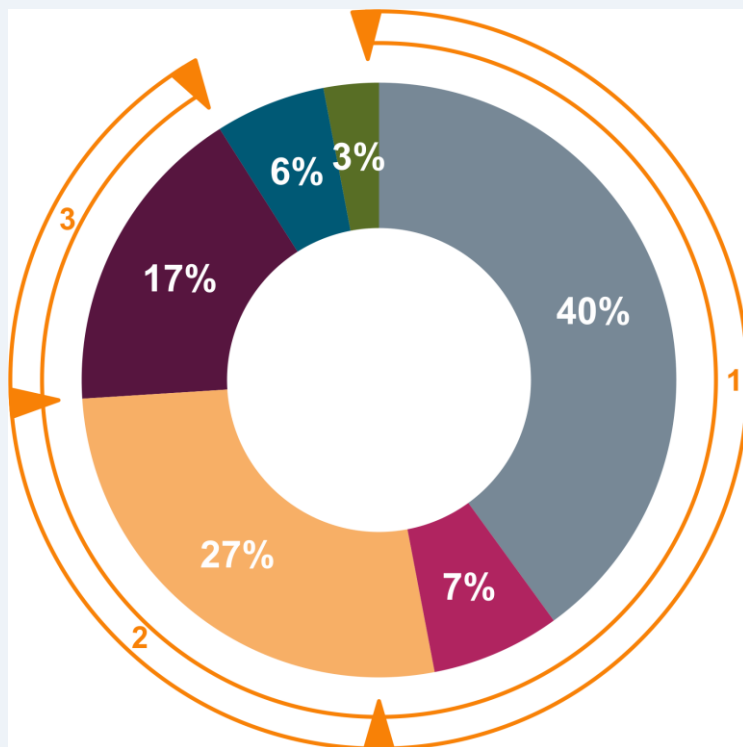
On-line olajban oldott gázok felügyelete Hydrocal fejlesztés – MTE-EMH

Czikó Zsolt

Transzformátor felügyelet, de miért?

Okok és főbb motiváló tényezők

Meghibásodási helyek eloszlása



Lehetséges monitoring területek

1. Hibagáz analízis(HGA)
2. Fokozatkapcsoló monitoring
3. Átvezető monitoring
4. Részleges kisülés monitoring

A statisztika alapjául 675 db U < 100 kV feszültségű transzformátor meghibásodás lett figyelembe véve

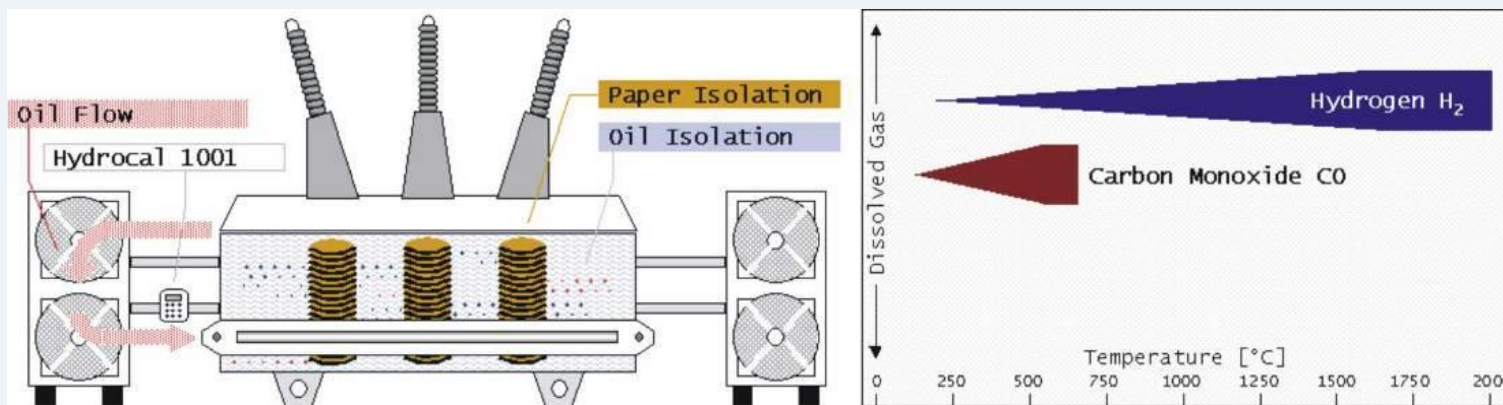
Forrás: S. Tenbohlen, "Diagnostik elektrischer Betriebs-mittel 2014", 6. ETG-Fachtagung Nov. 25, 2014, Berlin, Germany

Transzformátor hiba bekövetkezése

- Működtetési problémák
- Transzformátor meghibásodás

Meghibásodás korai jelzése

- Belső hiba esetén az olajban gázok keletkeznek
- A gázok fajtái különféle hibára utalnak
- Gázok mennyiségének növekedése a probléma súlyosságára utal
- „kulcs gázok” Hidrogén (H_2), Szén-monoxid (CO), Szén-dioxid (CO_2), Metán (CH_4), Acetilén (C_2H_2), Etilén (C_2H_4) és Etán (C_2H_6) és oxigén (O_2) egyedi mérése

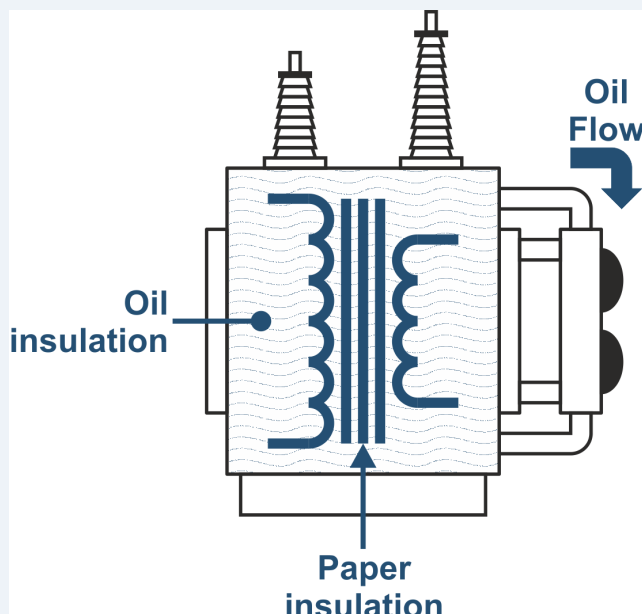


On-line gáz analízis

Mi történik a készülékben?

Gázok előfordulása

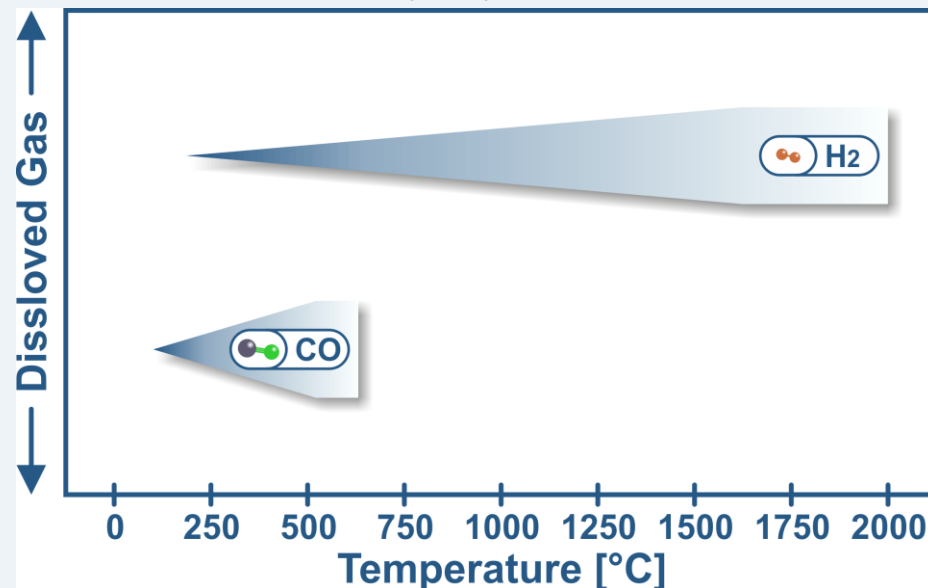
- Olaj és papír öregedése
- Belső ívelések
- Kritikus / maximális terheléssel üzemeltetés
- Magas hőmérsékletek



Kialakuló meghibásodás indikátorai

A transzformátor szigetelő olajban oldott gáz összetevők növekedése:

- Hidrogén (H_2)
- Szén-monoxid (CO)



Megjelenés:

H_2 / CO $\Rightarrow$ riasztás jelzés/ előjelzés

C_xH_x $\Rightarrow$ hiba besorolás

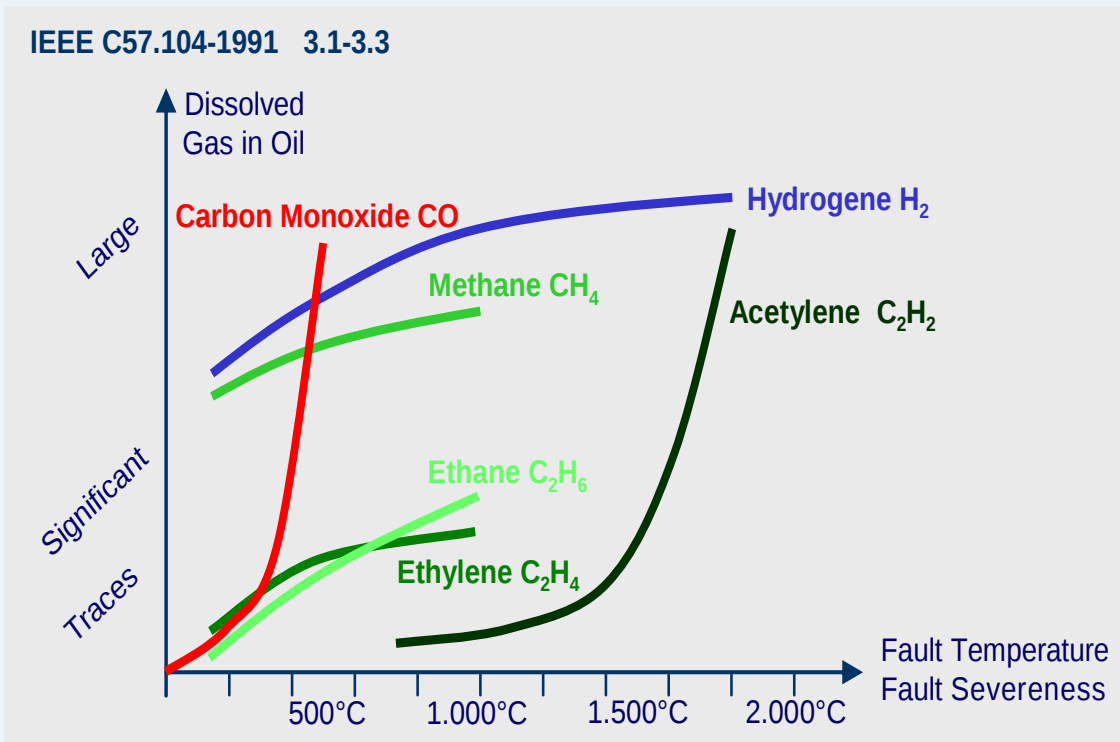
Transzformátor hibák típusai

Termikus hibák

- Olaj öregedés
⇒ H_2 , CH_4 (alacsony hőmérsékleten)
⇒ C_2H_6 , C_2H_4 (magas hőmérsékleten)
- Cellulóz öregedés
⇒ CO , CO_2

Villamos hibák

- Kis intenzitású kisülés
⇒ H_2 , CH_4 (kis intenzitásnál)
⇒ C_2H_2 , CH_4 (kiegészülve nagy intenzitásnál)
- Nagy intenzitású villamos ív
⇒ C_2H_2 (nagy mennyiségben)



Gáz kinyerési eljárások - Összehasonlítás

Technológia	Előnyei	Hátrányai
Membrán csővezeték, gáz diffúzió a csőbe	Nincs mozgó alkatrész	Meglévő transzformátorra nehéz kiepíteni Diffúziós felület limitált Új eljárás – nincs hosszú távú tapasztalat
Membrán lemez	Nincs mozgó alkatrész Egy csapos csatlakozás Nagyon jó a H ₂ és CO trend analízishez	A felszerelési pontnak közel kell lennie a transzformátorhoz, hogy friss olajminta legyen biztosítva Limitált lehetőség a C _x H _x gázok kinyerésére
Membrán csővezeték, gáz diffúzió a csövön kívülre	Mindig friss áramló olaj	Szivattyú szükséges az olaj cirkulációhoz Két csapos csatlakozás szükséges
Head space	Pontos és megismételhető gáz mért értékek C _x H _x gázok kinyerhetők	Sok mechanikai alkatrész (szivattyú, szintmérők, átfolyás mérő, kompresszor, stb.)

On-line gáz analízis

Gáz mérési eljárások - Összehasonlítás

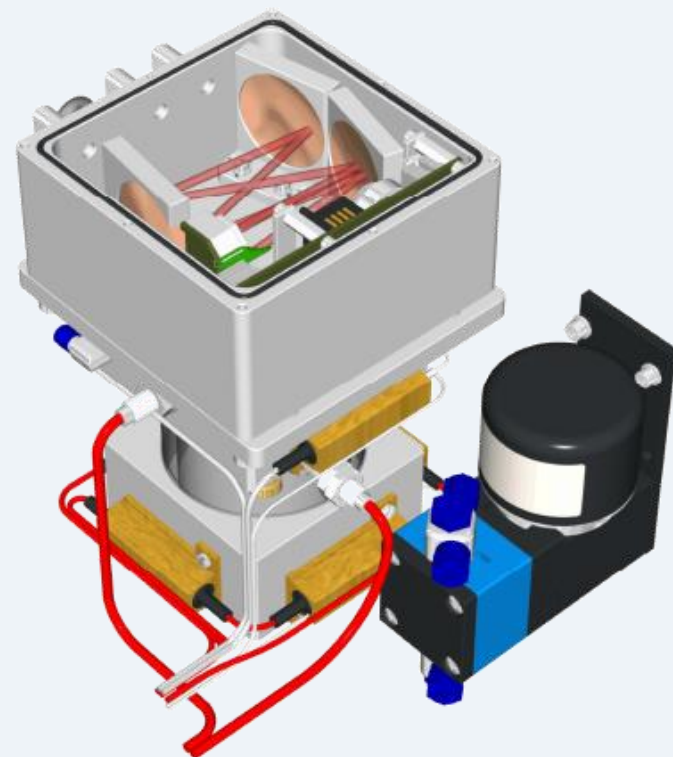
Technológia	Előnyei	Hátrányai
Pd-Ni érzékelő	Nincs szükség gáz kinyerésre	Csak H ₂ érzékeny
MOX érzékelő	H ₂ érzékeny	Nincs C _x H _x gázok analízise H ₂ O érzékeny
Üzemanyagcella	Különböző gázokra érzékeny, de mint kompozit érték	Mért gázok „fogyasztása” történik; Limitált élettartam; Kompozit értékek értékelése hibás riasztásokat eredményezhet H ₂ és C _x H _x gázokra kereszt érzékeny
Gáz kromatográf	Elfogadott analízis C _x H _x gázokra	„Fogyasztás” (vivőgáz és hidrogén FID-hez) Rendszeres karbantartási igény (kalibráló gáz) Precíz minta előkészítés alapkövetelmény
Fotoakusztikus spektográf	C _x H _x gázok analízise Nincs fogyasztás (vivő, kal. gáz)	Mozgó alkatrészek (szűrőkerék, vágókerék) Rázkódás és háttérzaj érzékeny
Infravörös spektrométer	C _x H _x gázok analízise Nincs fogyasztás (vivő, kal. gáz) Nincs mozgó alkatrész Szennyeződéssel szemben kis érzékenység Egyszerű minta előkészítés	H ₂ -t nem érzékel

On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése

MTE gyártó által alkalmazott Hydrocal készülék megoldások:

- „Headspace” gázkinyerés
- Infravörös gáz érzékelő
- Előnye: C_xH_x gázokat érzékel, van diagnosztikai lehetőség, fejlesztett pontosság,
- Kapacitív nedvességérzékelő
- Hátránya: mozgó alkatrészek (szelepek, kompresszor stb.), rendszeres karbantartás igény,
- Gyors és egyszerű felhelyezés egy transzformátoron már előkészített csapra (egyszeres csatlakozás), nincs szükség lekapcsolásra.
- Vivőgázokat nem használ, nincs további gázpalack csere költség vagy biztonsági következmény



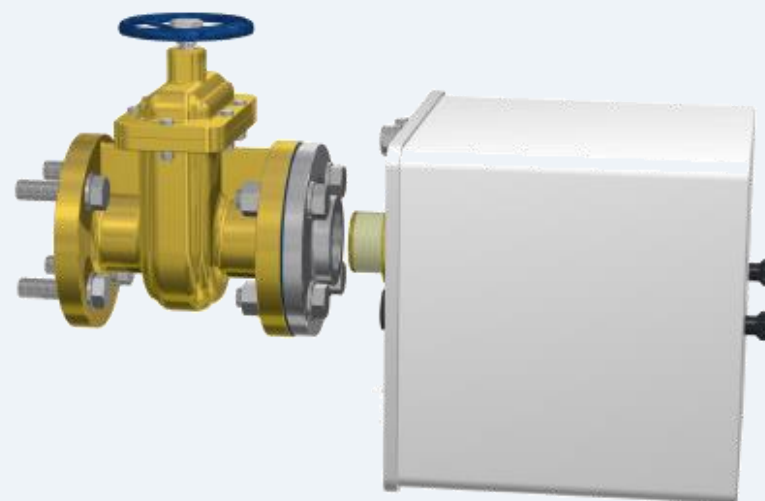
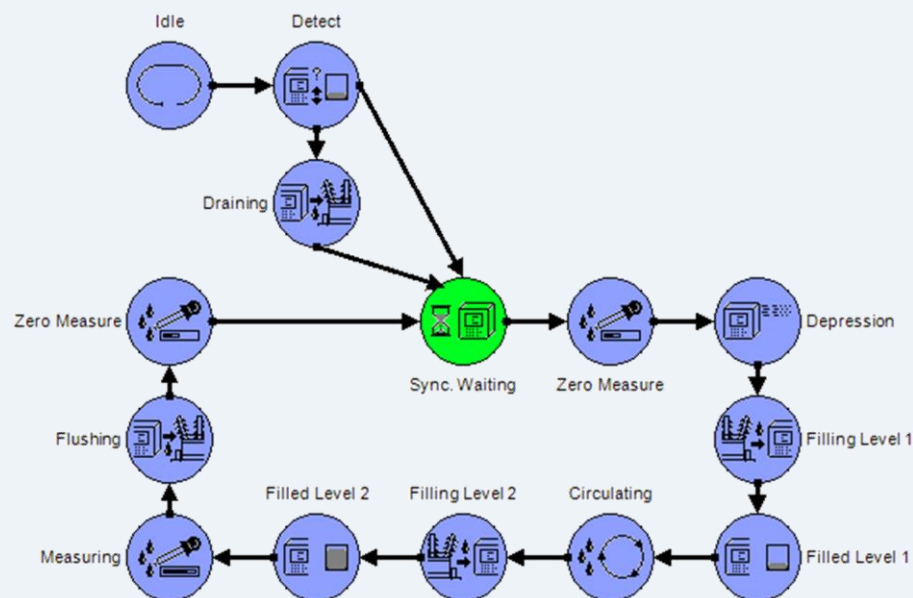
Olaj mintavételezés / gáz kinyerés

- ☐ Olaj mintavételezés
 - ☐ Feltöltés olaj sztatikus nyomásával
 - ☐ Olaj kiürítés micro szivattyúval
- ☐ Gáz kinyerés
 - ☐ Olaj keverése micro szivattyúval
 - ☐ Hőmérséklet beállítás
 - ☐ Gáz kinyerés sztatikus olajnyomás kihasználásával
- ☐ 3 lépcsős biztonsági koncepció
 - ☐ Feltöltési/kinyerési szint érzékelő
 - ☐ Feltöltési/kinyerési áramlásmérő
 - ☐ Feltöltési/kinyerési idővezérlés

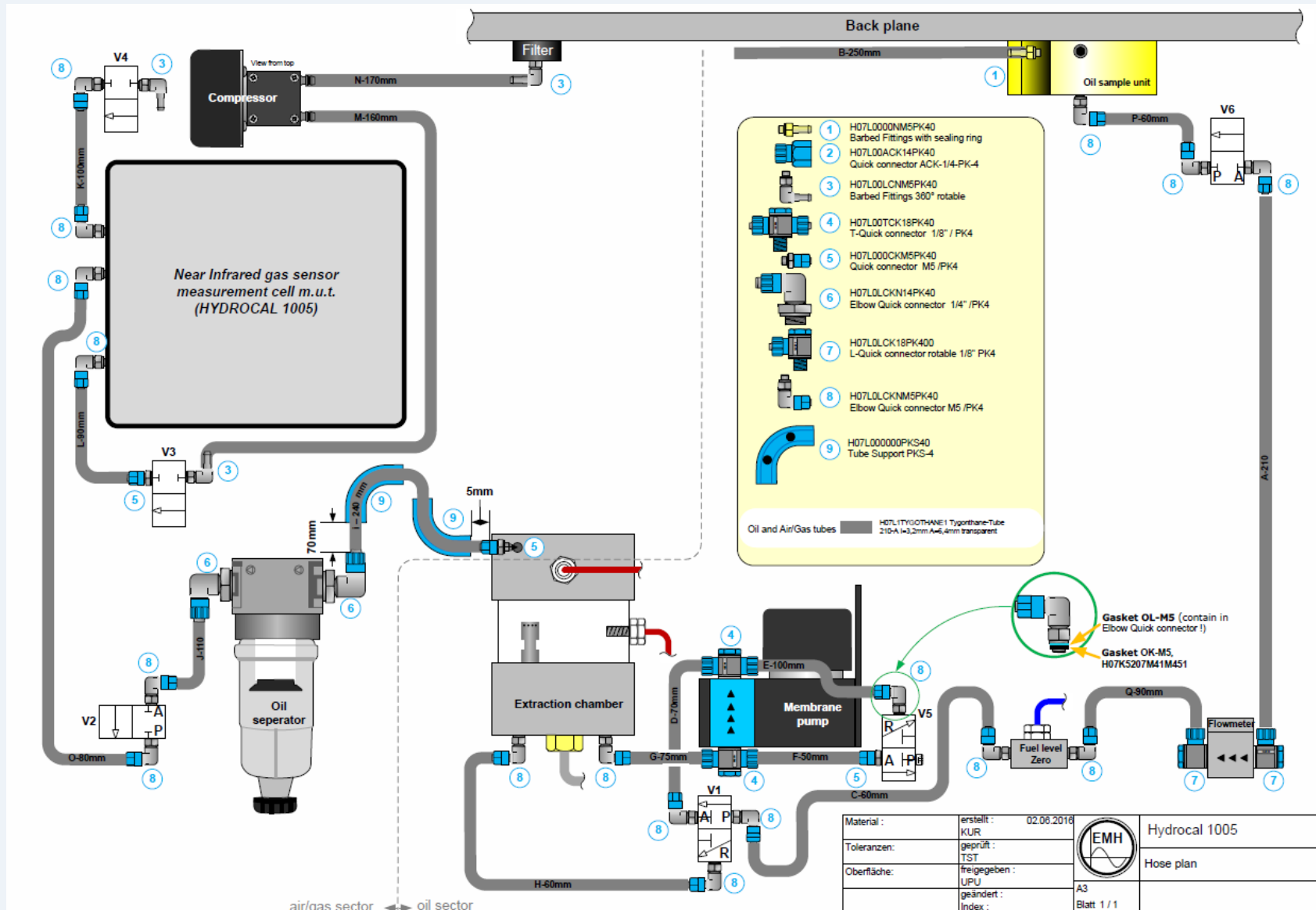


Automatikus on-line DGA lépései:

- Olajminta gyűjtés
- Gázok kinyerése a mintából
- Gáz koncentráció mérése
- Az eredmények tárolása
- Olajminta transzformátorba történő visszajuttatása
- A fenti ciklus folyamatos ismétlése

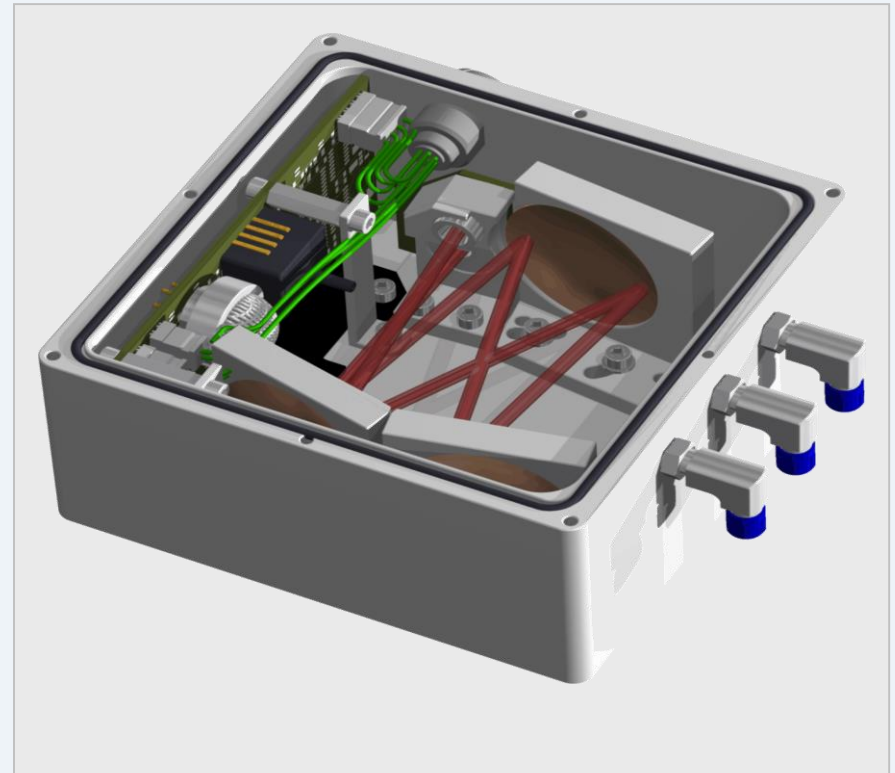


Hydrocal 1005 - technológia



Gáz érzékelő egység

- ☐ Mérési mód
 - ☐ Micro-elektronikus H₂ érzékelő
 - ☐ NIR gáz érzékelő CO, C₂H₂ és C₂H₄-ra
 - ☐ Mérés fényérzékeny ellenállás segítségével
- ☐ Mérési korrekció
 - ☐ Hőmérséklet szenzor
 - ☐ Légnyomás érzékelő
 - ☐ Nedvesség érzékelő
- ☐ Mérési folyamat
 - ☐ Zéró mérés
 - ☐ Gáz feltöltése
 - ☐ Gáz analízise
 - ☐ Kivezetés / tisztítás



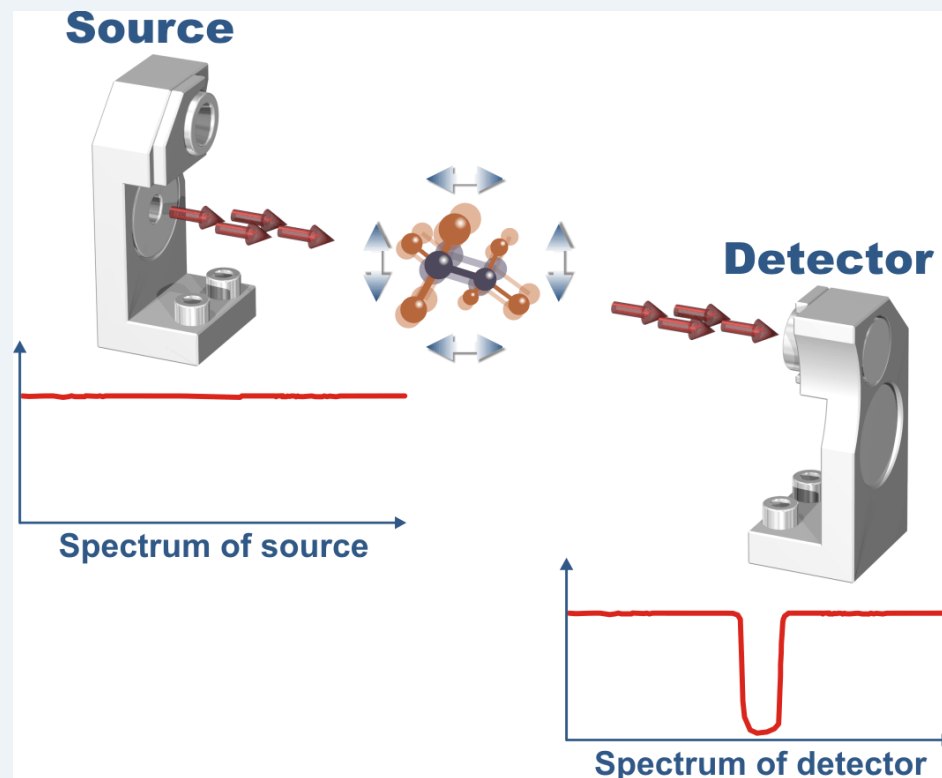
On-line gáz analízis

Gáz mérési eljárások

Infravörös spektrométer

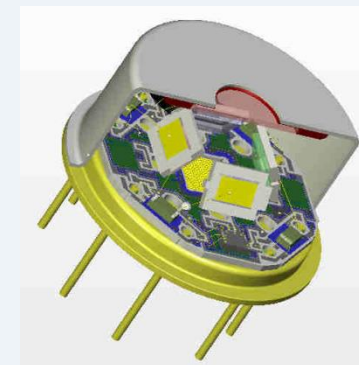
Elv:

- elektromágneses energia (fény) elnyelés
- Mozgási energiává (molekulák mozgása) történő átalakulás
- Az elnyelés mértékének mérése fényérzékeny szenzorral



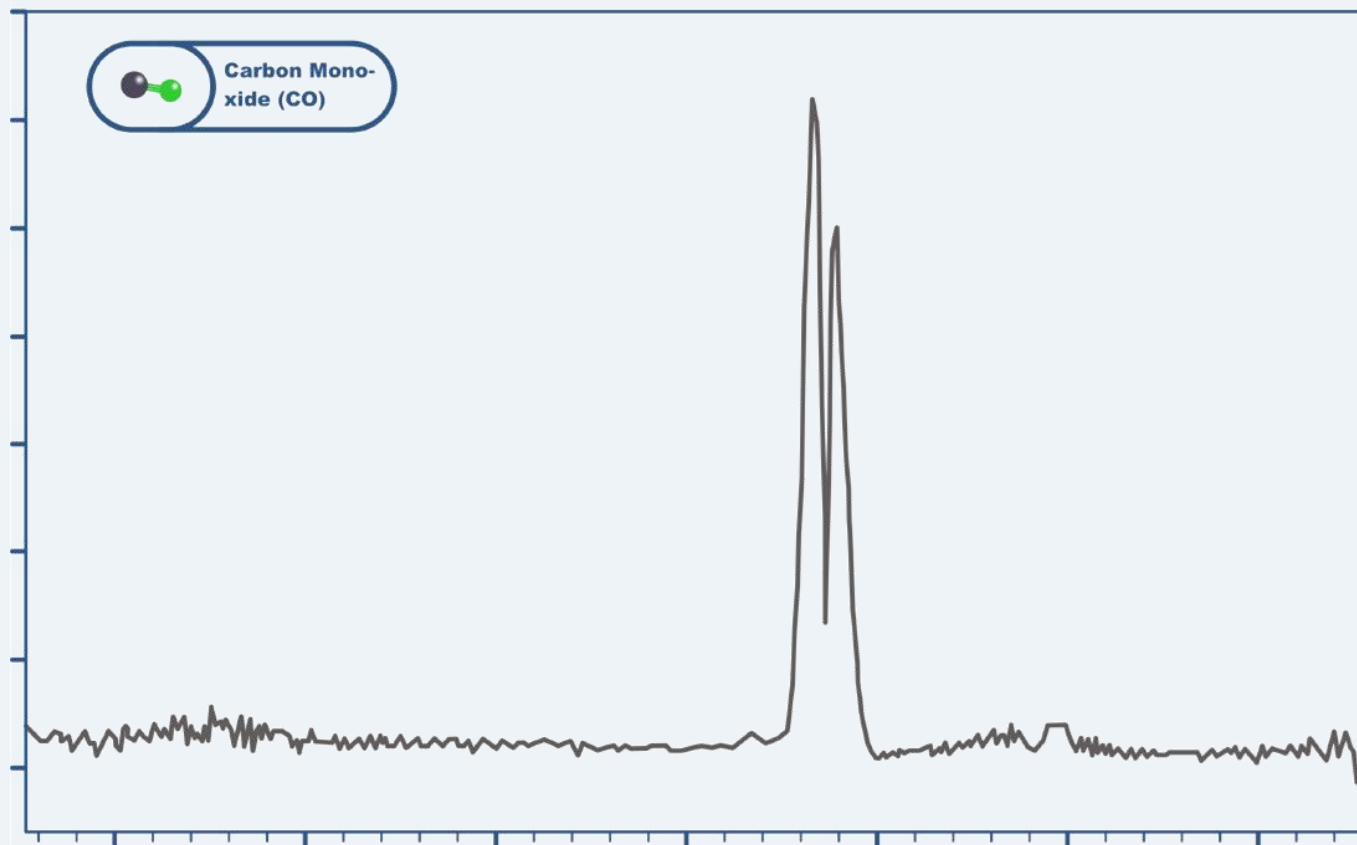
Különböző komponensek detektálása

- Különböző molekulák eltérő rezonancia frekvenciával rendelkeznek
- Az eltérő abszorpciós frekvenciák különböző optikai szűrőkkel szerelt detektorokkal mérhetők



Gáz mérési eljárás Hydrocal készülékekben

Infravörös spektrométer analízis NIR elven



Hydrocal fejlesztési irányok kihasználva a technológiai újításokat

Membrán ötvözet – áteresztőképesség fokozás

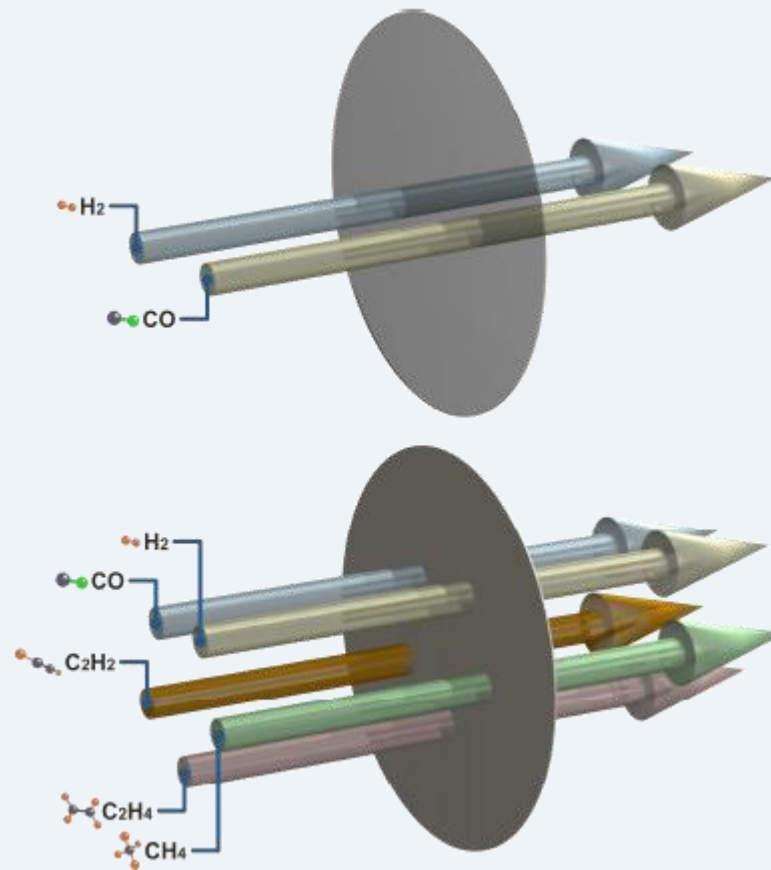
Szoftveres háttér – egyedi gáz fajták számának növelése

On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal

Új fejlesztés – korszerű technológia

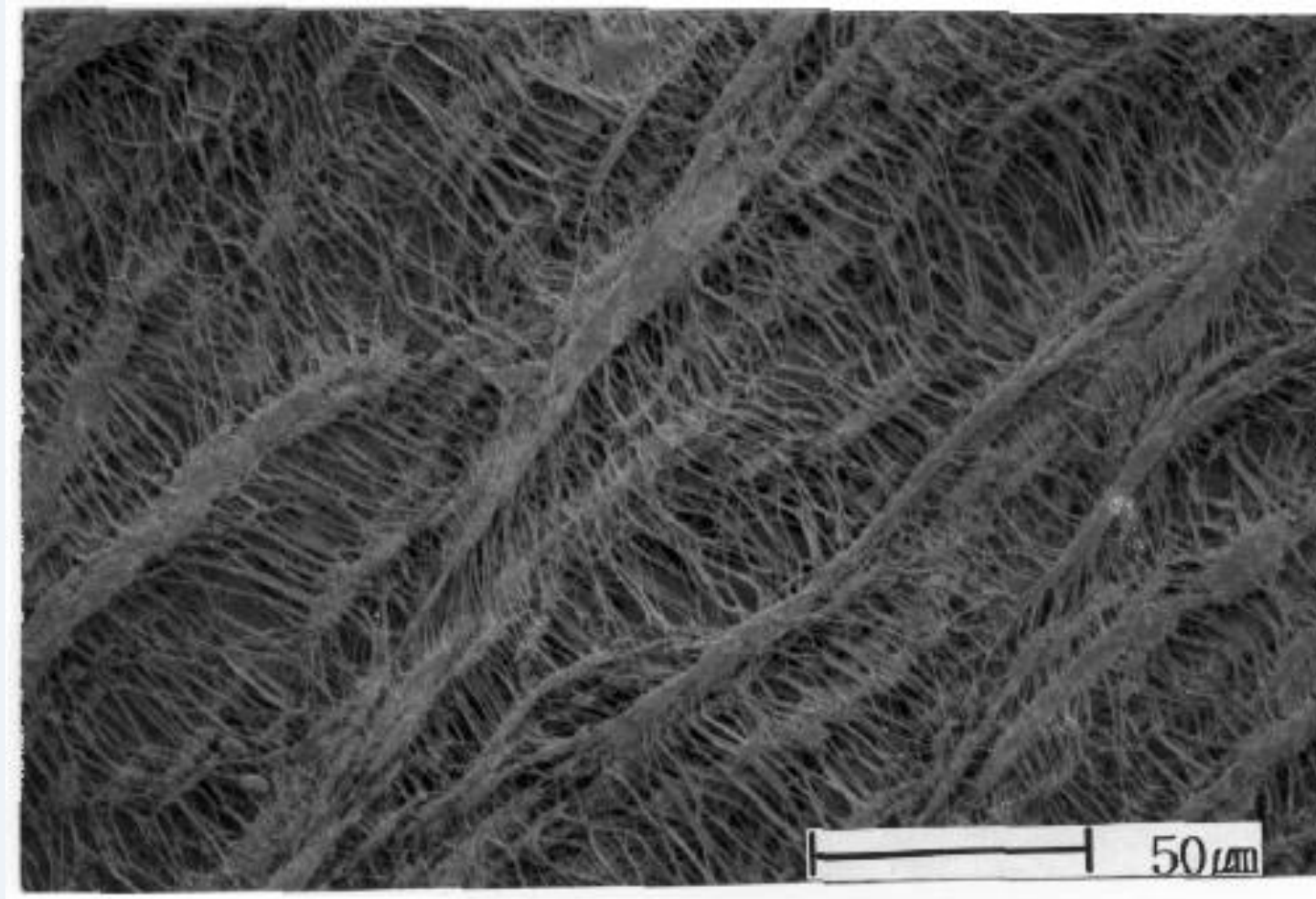
- PTFE (teflon) membrán gázkinyerés
 - Jó áteresztőképesség - H_2
 - Közepes áteresztőképesség - CO
 - Gyenge áteresztőképesség - C_xH_x
 - Érzékeny mechanikai igénybevételre
-
- PTFE membrán kopolimerrel
 - Komplex rendszerhez alkalmazható
 - Jó áteresztőképesség az összes mérni kívánt gáz molekulára
 - Mechanikai igénybevételekhez optimalizál anyagötvöztetés – kompozit membrán



On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal

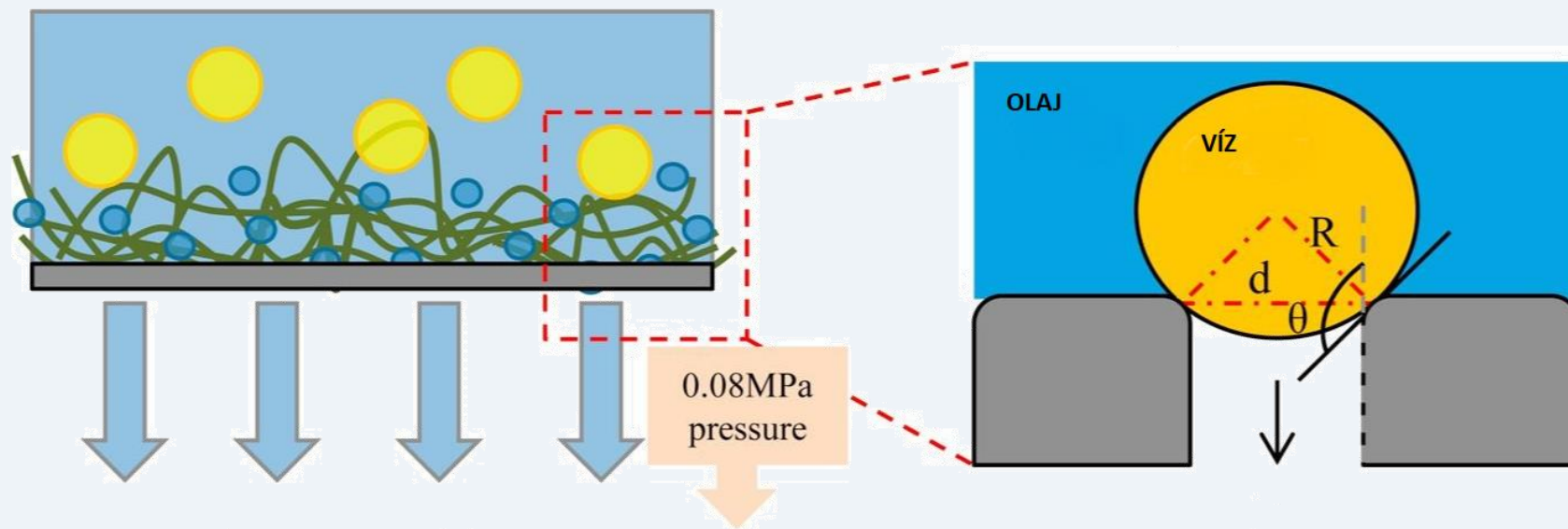
Membrán



On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal

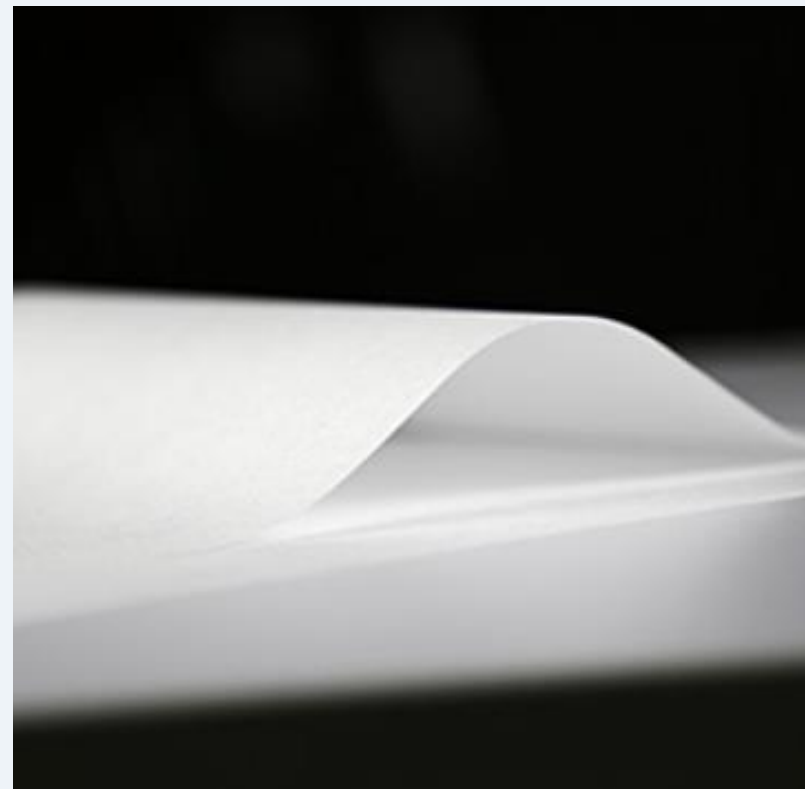
Membrán



On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal

Membrán

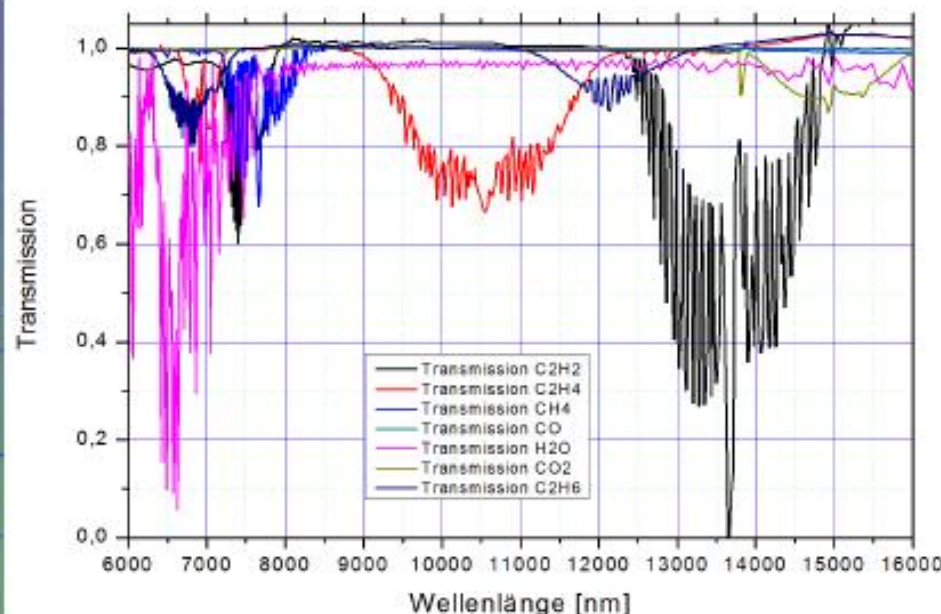
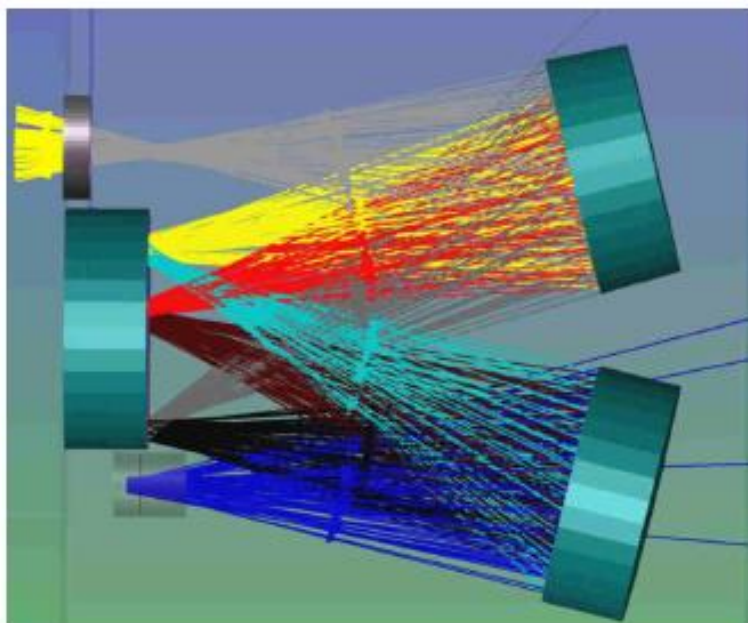


On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal

Infravörös érzékelő megnövelt csatornaszámmal

- 5 féle gáz infravörös érzékeléséhez megfelelő hullámhossz csatorna szükséges
- Többszörös rezonanciapont feldolgozás – keresztérzékenység kompenzálása algoritmusokkal
- Potenciálisan a „kulcs” gázokra kifejleszthető



On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal

Hydrocal 1004 genx / Hydrocal 1006 genx:



On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal

Hydrocal 1004 genx / Hydrocal 1006 genx:

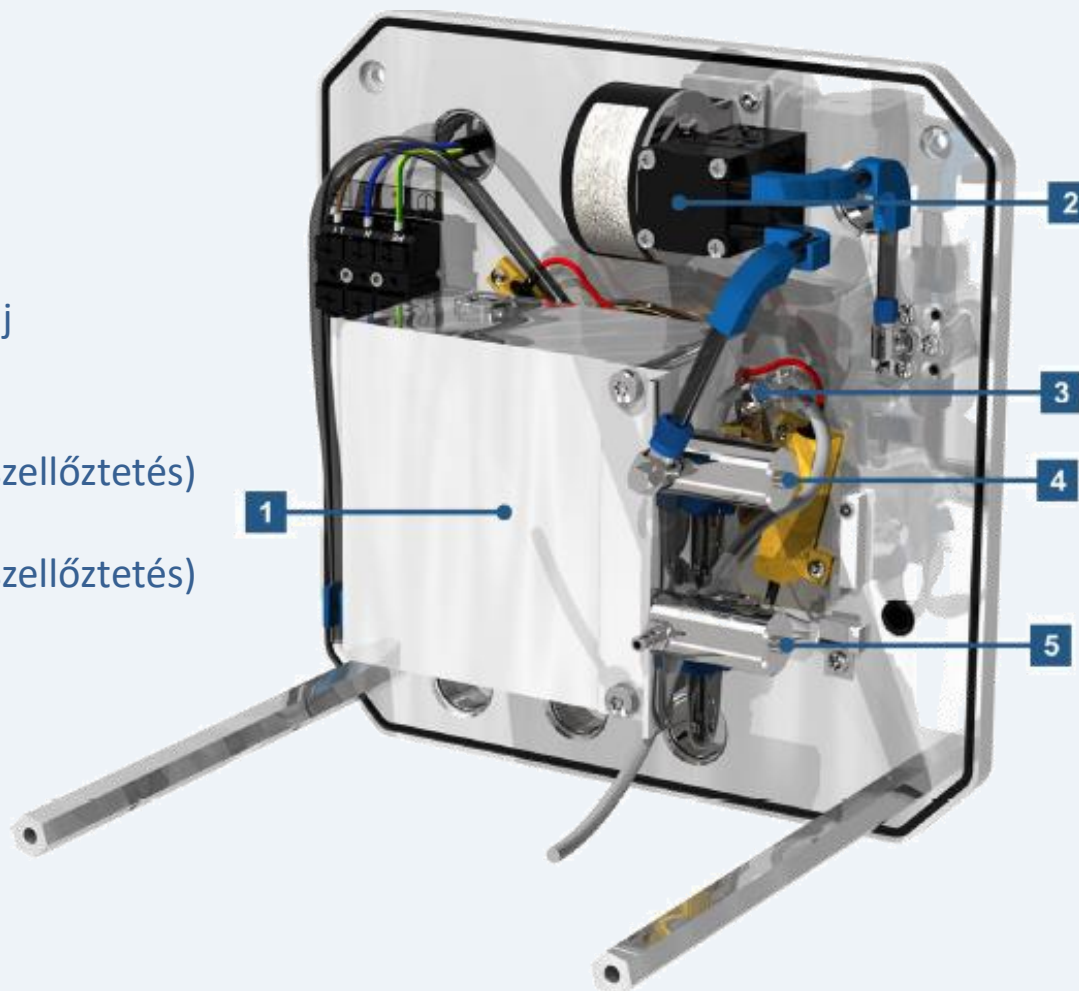
[1] Mérőcella

[2] Pumpa (kompresszor) K1

[3] Olaj nedvességtartalom és olaj
hőmérséklet csatlakozó

[4] V2 mágnesszelep (mérőcella szellőztetés)

[5] V1 mágnesszelep (mérőcella szellőztetés)

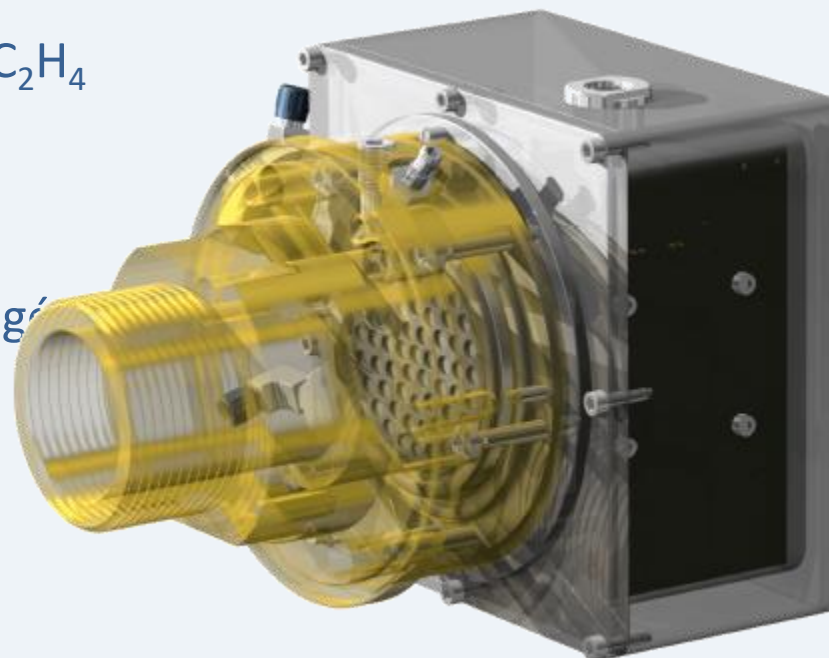


On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal

Hydrocal 1004 genx / Hydrocal 1006 genx:

- PTFE membrán kopolimerrel gázkinyerés
- Mechanikai- és nyomásvédelem
- Infravörös gáz érzékelő
- Elektronikus H_2 érzékelő
- infravörös detektor CO , CH_4 , C_2H_2 , és C_2H_4 gázokra
- Kapacitív nedvesség érzékelő
- Egy csapos rögzítés
- Előnye: minimalizált mozgó alkatrész igény
 C_xH_x gázokat érzékel, van diagnosztikai lehetőség



On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal



Hydrocal 1004 genx / Hydrocal 1006 genx:

Olajban oldott gázok mérés			
Mért összetevő	Mérési tartomány	Pontosság Gáz kinyerés	Pontosság Gáz mérés ¹⁾
Hidrogén H ₂	0 ... 6.000 ppm	≤ ± 8 % ± 4 ppm	≤ ± 10 % ± 20 ppm
Szén-monoxid CO	0 ... 6.000 ppm	≤ ± 8 % ± 30 ppm	≤ ± 10 % ± 5 ppm
Acetilén C ₂ H ₂	0 ... 6.000 ppm	≤ ± 8 % ± 4 ppm	≤ ± 10 % ± 5 ppm
Metán ²⁾ CH ₄	0 ... 6.000 ppm	≤ ± 8 % ± 4 ppm	≤ ± 10 % ± 5 ppm
Etilén ²⁾ C ₂ H ₄	0 ... 6.000 ppm	≤ ± 8 % ± 4 ppm	≤ ± 10 % ± 5 ppm

Olajban oldott nedvesség mérés			
Mért összetevő	Mérési tartomány	Pontosság	
Olaj nedvességtartalom H ₂ O	0 ..100 %	± 3 %	
Nedvesség ásványi olajban	0 ..100 ppm	± 3 % ± 3 ppm	
Nedvesség észterben ³⁾	0 ..2000 ppm	± 3 % MSC ⁴⁾	
⁽³⁾ Opció			
⁽⁴⁾ Szaturációs nedvesség tartalom			

On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal

Hydrocal 1004 genx / Hydrocal 1006 genx:

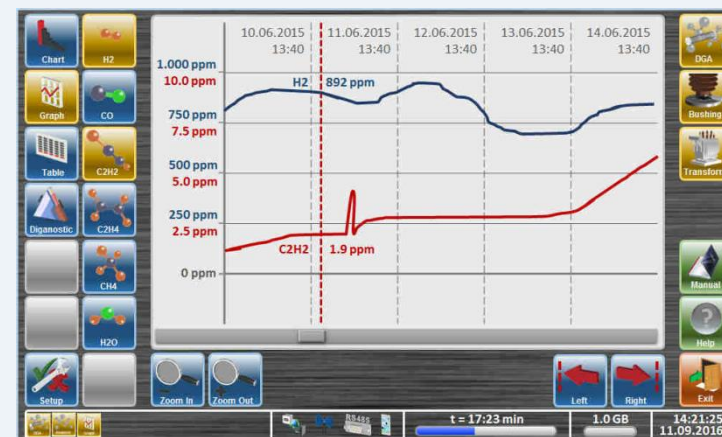
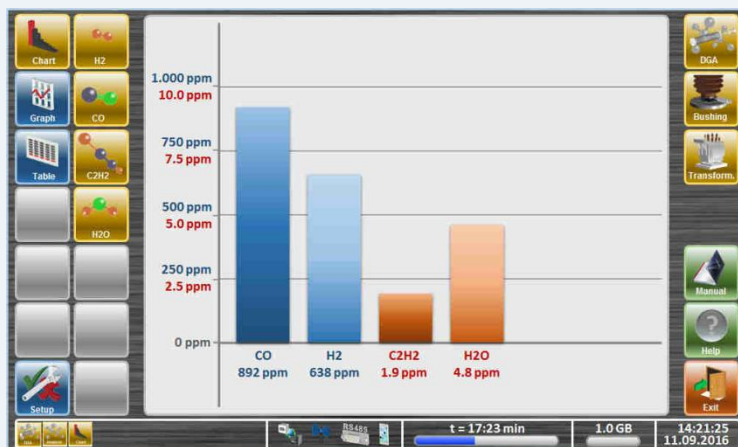
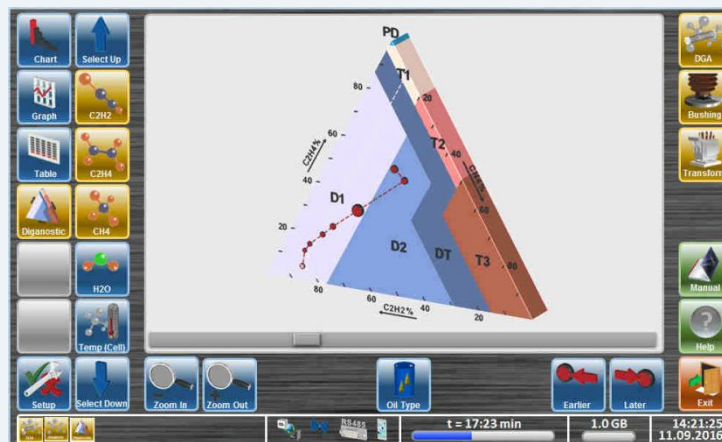


Table showing gas concentrations over time. The table has columns for Day, Time, H2, and C2H2. The data is as follows:

Day	Time	H2	C2H2
18.01.2016	12:22:17	783	1.8
	12:42:18	785	1.8
	13:02:16	789	1.7
	14:12:19	786	1.6
	14:22:17	789	1.9



On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal

Hydrocal 1004 genx / Hydrocal 1006 genx:

Mode = HiHi
Level 1 = 300ppm
Delay 1 = 100s
Action 1 = Log Entry
Output 1 =

Mode = HiHi
Level 2 = 300ppm
Delay 2 = 100s
Action 2 = Output
Output 2 = 1

t = 17:23 min 1.0 GB 14:21:25 11.09.2016

Day	Time	Quantity	Type	Level	Limit	Status
18.01.2016	12:22:17	H ₂	Hi	132	130	▲
	13:02:16	H ₂	HiHi	152	150	▲
20.01.2016	14:22:19	H ₂	HiHi	162	150	▲

Mode = HiHi
Level 1 = 300ppm
Delay 1 = 100s
Action 1 = Log Entry
Output 1 =

Level 2 = 300ppm
Delay 2 = 100s
Action 2 = Output
Output 2 = 1

t = 17:23 min 1.0 GB 14:21:25 11.09.2016

Test Digital Outputs

Output Enabled

System
Gas
Moisture

Measurement interval = 05 min 100MB 13:05:45 2019-10-16

Flange Distance Setup

12

Enter distance d in cm

d in cm

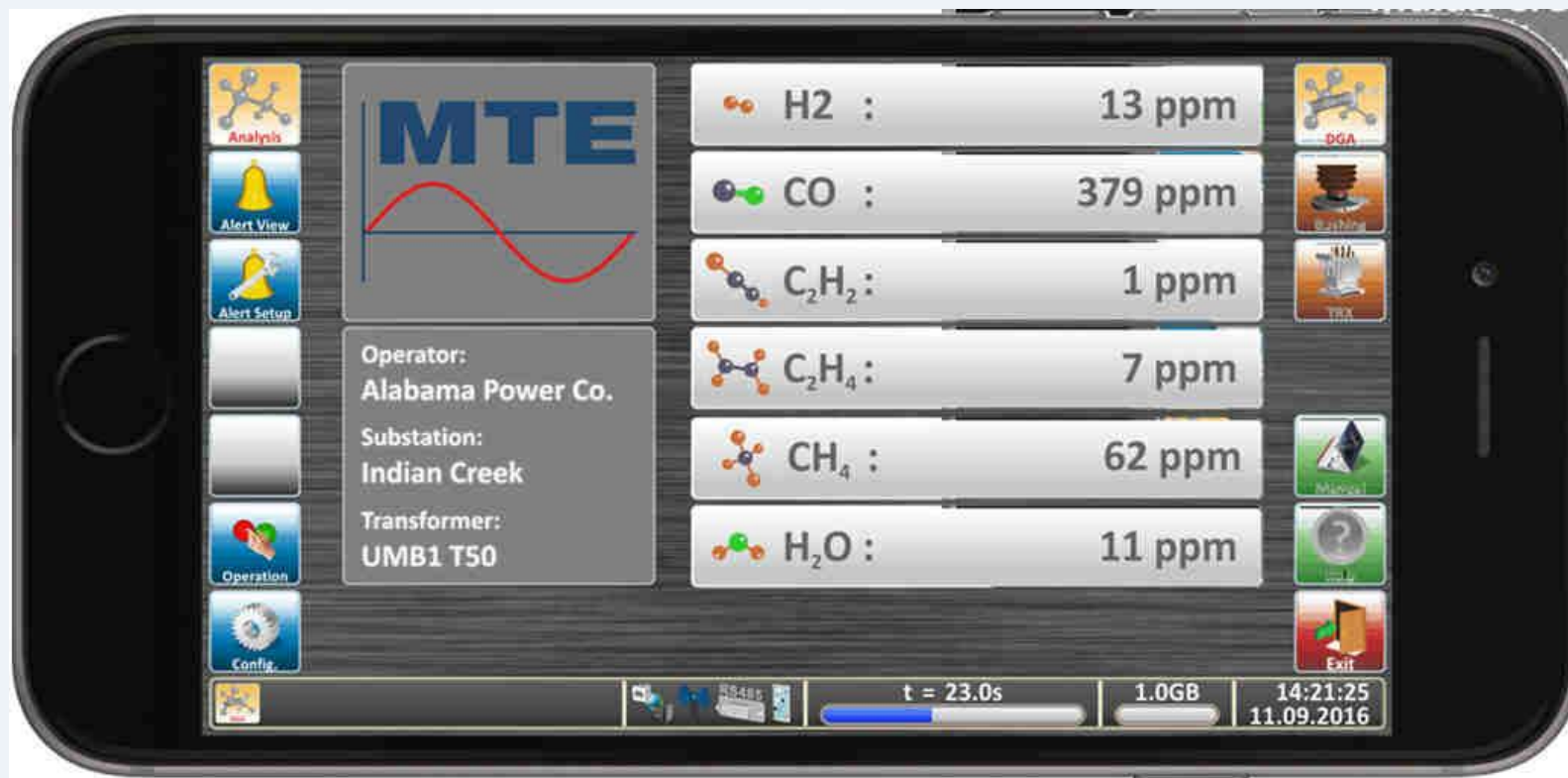
Measurement interval = 06 min 100MB 13:37:05 2019-10-15

On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal

Hydrocal 1004 genx / Hydrocal 1006 genx:

Web-szerver funkció, kezelés telefonról, tabletről....



On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal



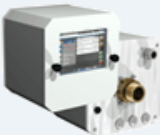
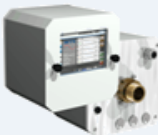
Hydrocal 1004 genx / Hydrocal 1006 genx:

Összefoglalás

- Már jól ismert egy csapra történő felhelyezés
- Csökkentett méret (1005-ös modellhez képest)
- Mechanikai- és nyomásvédelem
- Mozgó alkatrész csak a levegő kompresszor és két mágnesszelep
- Egyedi gázok mérése
- Nincs szükség vivőgázra
- Alacsony érzékenység szennyeződéssel szemben
- Grafikus megjelenítő távkezelési lehetőséggel
(sok esetben kényelmetlen a pozíció)
- Ismert kommunikációs csatornák: Modbus, Modbus TCP/IP, IEC61850

On-line gáz analízis

Termékkínálat:

	HYDROCAL 1001+	HYDROCAL 1003	HYDROCAL 1004 <i>genX</i>	HYDROCAL 1005	HYDROCAL 1006 <i>genX</i>	HYDROCAL 1008	HYDROCAL 1009
							
Gas-in-oil analysis	H ₂ CO CH ₄ C ₂ H ₂ C ₂ H ₄ C ₂ H ₆ (composite)	H ₂ CO (individual)	H ₂ CO C ₂ H ₂ (individual)	H ₂ CO C ₂ H ₂ C ₂ H ₄ (individual)	H ₂ CO CH ₄ C ₂ H ₂ C ₂ H ₄ (individual)	H ₂ CO CO ₂ CH ₄ C ₂ H ₂ C ₂ H ₄ C ₂ H ₆ (individual)	H ₂ CO CO ₂ CH ₄ C ₂ H ₂ C ₂ H ₄ C ₂ H ₆ O ₂ (individual)
Moisture in oil analysis (H ₂ O)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Offshore Version	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓
Communication (Options)	TCP/IP, RS 485, MODBUS	RS 232, RS485, MODBUS TCP/IP, IEC 61850 DNP 3.0, GPRS/3G	TCP/IP, RS 485, MODBUS IEC 61850 DNP 3.0, GPRS/3G	TCP/IP, RS 485, MODBUS IEC 61850 DNP 3.0, GPRS/3G	TCP/IP, RS 485, MODBUS IEC 61850 DNP 3.0, GPRS/3G	TCP/IP, RS 485, MODBUS IEC 61850 DNP 3.0, GPRS/3G	TCP/IP, RS 485, MODBUS IEC 61850 DNP 3.0, GPRS/3G
Transformer monitoring	✗	✓		✓		✓	✓

On-line gáz analízis

Egyedi gázok mérése megnövekedett megbízhatósággal



Köszönöm a figyelmet!