

Vakuum-Lösungen

Applikations-
Unterstützung

Service



LEYBOLD VAKUUM

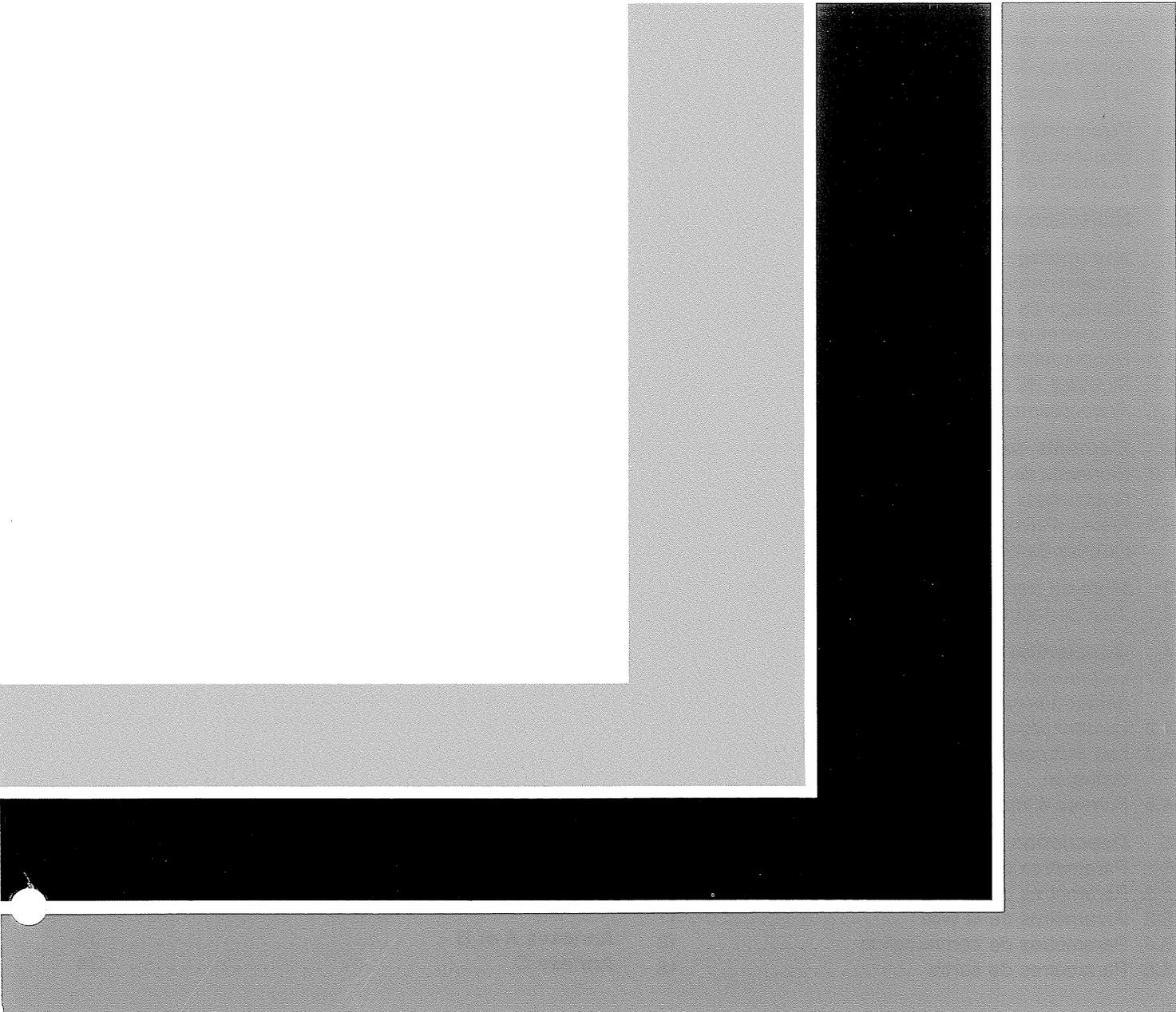
GA 09.014/F
Mode d'emploi



VISCOVAC VM 212

(Licence: Forschungszentrum Jülich GmbH, Deutschland)

158 83





ATTENTION!

Pour des raisons de sécurité du travail et de l'environnement, veuillez nous indiquer s.v.p. à chaque demande d'intervention du S.A.V. de LEYBOLD les produits et matières nocifs et toxiques (en vertu p.ex. des directives de la C.E. L360, 1976/1979 ou VBG 16) éventuellement en rapport avec l'appareil en question, faute de quoi LEYBOLD considérera qu'il en est exempt.

Sommaire

1	Description	3
1.1	Indications générales	3
1.1.1	Application	3
1.2	Caractéristiques techniques	3
1.2.1	Caractéristiques techniques du capteur VK 201	3
1.2.2	Caractéristiques techniques des tubes	3
1.2.3	Caractéristiques des billes fournies par Leybold, à 20°C	3
1.2.4	Caractéristiques techniques de l'imprimante VISCOVAC	3
1.3	Description technique	4
1.3.1	Le principe de mesure	4
1.3.2	Suspension magnétique, entraînement et obtention des signaux	4
1.3.3	Fonctions de commande, de contrôle et de service	5
1.4	Equipement	5
1.4.1	Equipement standard	5
1.4.2	Accessoires	5
2	Utilisation et service	6
2.1	Assemblage	6
2.1.1	Installation de l'instrument	6
2.1.2	Montage de l'imprimante	6
2.1.3	Encastremets possibles	6
2.1.4	Raccordement électrique	7
2.1.5	Montage du dispositif de mesure	7
2.1.6	Raccordement du capteur	8
2.2	Éléments de commande et leurs fonctions	9
2.2.1	Éléments de commande au front de l'instrument	9
2.2.2	Prises d'alimentation et connecteurs à l'arrière de l'instrument	11
2.3	Mise en service	13
2.3.1	Test de fonction avec le tube test	13
2.4	Conception de l'utilisation	13
2.4.1	Le principe des valeurs par défaut (Default values)	13
2.4.2	La commande du curseur	13
2.4.3	Les instructions de base et le principe du dialogue	13
2.4.4	Formes d'introductions	14
2.5	Description des paramètres	15
2.5.1	Paramètres du process	16
2.5.2	Paramètres du gaz	17
2.5.3	Paramètres de la bille	17
2.5.4	Paramètres de commutation	18
2.5.5	Paramètres de sortie	18
2.5.6	Paramètres d'imprimante	19
2.6	Instructions résumées pour le service de VISCOVAC VM 212	20
2.6.1	Lancement et arrêt d'une mesure	20
2.6.2	Lire et modifier des paramètres	20
2.6.3	Impression d'un programme	21
2.6.4	Impression de mesures	21
2.6.5	Réglage de la sortie analogique	21
2.6.6	Réglage des points de commutation	21
2.6.7	Programme fixe	21
2.7	Mise hors circuit de l'instrument	21
2.8	Options logicielles	22
2.8.1	Option 01 - indication de contrôle	22
2.8.2	Option 02 - sortie de données et télécommande de l'instrument	22
2.8.3	Option 03 - configuration de l'interface IEEE 488	22
2.8.4	Option 04 - configuration de l'interface RS 232 C	23
2.8.5	Option 05 - Option de service	23
2.8.6	Option 06 - configuration des entrées de télécommande et des sorties des signaux d'état "REM CTRL"	23
2.8.7	Option 07 - détermination de la viscosité efficace (à partir de la version 3.3)	25
2.8.8	Option 08 - détermination du diamètre efficace de la chambre sphérique (à partir de la version 3.3)	25
2.9	Influence de la surface de la bille sur la friction du gaz (coefficient de friction)	26
2.10	L'offset	26
2.11	Les diverses grandeurs de sortie	26
2.12	Traitement de mélanges gazeux	26
2.12.1	La masse moléculaire relative effective	26
2.12.2	La viscosité effective	27
2.13	Effets de la température	27
2.14	La linéarisation à des pressions de gaz élevées	27
2.15	Incertitude de la mesure	28
2.16	Sélection du temps de mesure	28
2.17	Traitement des erreurs	29
2.17.1	Erreurs d'utilisation	29
2.17.2	Pannes techniques	30
2.17.3	Erreurs du système d'exploitation	30
2.17.4	Perturbations causées par une importante dispersion des signaux	30
2.18	Service des interfaces V.24 ou IEEE	31
3	Maintenance	32
3.1	Remplacement de l'EPROM (D003)	32
3.2	Remplacement de la RAM (D001)	32
3.3	Remplacement du composant PAL (D006; D011, D014; D016)	32
Annexes A et B		33
Annexe C		34



1 Description

1.1 Indications générales

Ce mode d'emploi donne des informations importantes pour comprendre, installer, mettre en service, utiliser, réparer et entretenir VISCOVAC VM 212.

Les remarques importantes concernant la sécurité technique et la protection de l'exploitation sont mises en évidence de la façon suivante.

Prudence

Signale des travaux ou opérations à respecter scrupuleusement pour ne pas mettre des personnes en danger.

Attention

Signale des travaux ou opérations à respecter scrupuleusement afin d'éviter les endommagements ou destructions de VISCOVAC VM 212.

Remarque

Signale des contraintes techniques auxquelles l'utilisateur devra faire particulièrement attention.

Les chiffres entre parenthèses dans le texte comme p.ex. (4/5) se rapportent pour le premier au numéro de la figure et pour le deuxième au numéro concerné dans la légende de cette figure.

Les chiffres entre parenthèses rectangulaires [] renvoient aux ouvrages de la bibliographie fournie dans l'annexe B.

Déballer dès réception VISCOVAC VM 212 même s'il ne doit être mis en service qu'ultérieurement.

Contrôler si la boîte de transport a été endommagée.

Enlever complètement le matériel d'emballage.

Remarque

Conserver la boîte de transport et le matériel d'emballage pour d'éventuelles prétentions à des dommages-intérêts.

Contrôler si la livraison de VISCOVAC VM 212 est complète (Cf. section 1.4).

Effectuer aussitôt un contrôle visuel approfondi des équipements.

Lorsque des dommages sont constatés, il faut immédiatement en faire déclaration à l'expéditeur et à l'assureur. Veuillez vous mettre en contact avec le service commandes de LEYBOLD s'il est nécessaire de remplacer une pièce endommagée.

1.1.1 Application

VISCOVAC VM 212 sert à mesurer le vide dans la gamme des pressions de $1 \cdot 10^{-7}$ à 1 mbar en association avec le capteur VK 201 et un tube de mesure VR 200 (ou VR 201, ou VR 202) conformément aux caractéristiques techniques de la section 1.2.

1.2 Caractéristiques techniques

Gamme de mesure $1 \cdot 10^{-7}$ bis 1 mbar
Incertitude des mesures dans la gamme de $1 \cdot 10^{-7}$ bis $1 \cdot 10^{-2}$ mbar $1 \cdot 10^{-7}$ mbar

+ 4% de la valeur mesurée croissante jusqu'à 10 % de la mesure

L'incertitude diminue de 1,5 % dans toutes les gammes avec une bille calibrée par DKD.

Stabilité à long terme supérieure à 1 % pendant 1 an
temps de mesure réglable entre 0,5 et 30 s

Sortie enregistreur 0 bis 10 V, $R_a \geq 10 \text{ k}\Omega$
linéaire ou logarithmique.
réglage libre des limites

2 contacts de commutation 250 V; 1 A; 100 VA pour service par trigger ou intervalles
réglage libre des limites

Raccordement secteur 100/120/220/240 V
50 / 60 Hz

Gamme des temp. de service + 10 bis + 40 °C

Construction mécanique boîtier 19", 3 unités de hauteur

Encombrement (L x H x P) 483 x 132 x 310 mm

Poids env. 6,4 kg

1.2.1 Caractéristiques techniques du capteur VK 201

Gamme des températures de service + 5 à + 60 °C
non étuvable

Nombre des bobines de signal 4

Longueur du câble de mesure fixe 3 m

Encombrement Cf. fig. 5

Poids 0,4 kg

1.2.2 Caractéristiques techniques des tubes

Température d'étuvage sans le capteur:
tube VR 200; DN 35 CF 400 °C
tube VR 201; DN 16 CF 400 °C
tube VR 202; DN 16 KF ≤ 200 °C

Encombrement Cf. fig. 6

Poids env. 0,2 kg

Matériaux en contact avec le médium acier surfin 1.4301/1.4541

1.2.3 Caractéristiques des billes fournies par Leybold, à 20 °C

Matériau acier surfin 1.3541

Diamètre 4,500 mm

Masse volumique $7,720 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Coefficient d'élongation thermique $1 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{K}^{-1}$

1.2.4 Caractéristiques techniques de l'imprimante VISCOVAC

Type d'imprimante pour papier métallisé

Largeur d'écriture 20 caractères par ligne

Largeur du papier 7 cm

1.3 Description technique

1.3.1 Le principe de mesure

La diminution de la vitesse rotative d'une bille en rotation libre dans un milieu visqueux due à la friction du gaz [2] est donnée par

$$v(t) = v_0 \cdot \exp\left(-\frac{10 \cdot \sigma \cdot p}{d_B \cdot \rho_B} \cdot \sqrt{\frac{M}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot T}} \cdot t\right) \quad (1)$$

avec

- v_0 vitesse de la bille au moment = 0
- $v(t)$ vitesse de la bille au moment = t
- d_B diamètre de la bille
- ρ_B masse volumique de la bille
- M masse moléculaire relative
- T température absolue du gaz et de la bille
- R constante générale des gaz
- p pression du gaz
- σ coefficient de friction

L'équation n'est applicable que si le libre parcours moyen des particules de gaz est grand par rapport à l'écart entre la surface de la bille et la paroi immobile de la chambre d'essai ou grand par rapport au diamètre de la bille quand la paroi est très éloignée. En pratique, ceci signifie que la relation ci-dessus vaut pour les pressions de gaz jusqu'à 10^{-2} mbar environ. La fig. 2 est une représentation schématique de cette relation pour deux pressions différentes.

Selon [1], la pression du gaz se déduit de la décélération de la bille:

$$p = \frac{d_B \cdot \rho_B}{10 \cdot \sigma} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot T}{M}} \cdot \frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{v_0}{v(t)}\right) \quad (2)$$

Avec VISCOVAC VM 212, la décélération de la bille est déterminée en mesurant les temps t_1 et t_2 de deux révolutions successives de la bille. Approximation avec $t_M = t_1 + t_2$:

$$-\frac{1}{v} \cdot \frac{dv}{dt} = \frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{v_0}{v(t)}\right) = \frac{t_2 - t_1}{(t_M/2)^2} \quad (3)$$

Etant donné la grande incertitude de la mesure du temps d'une révolution de la bille, VISCOVAC VM 212 en effectue env. 200 à env. 12000, selon le temps de mesure prédéfini (Cf. section 2.5.1), pour obtenir la décélération, après traitement statistique des valeurs, avec une incertitude sensiblement plus faible.

1.3.2 Suspension magnétique, entraînement et obtention des signaux

La bille en rotation, dont la décélération donnera la pression du gaz, est suspendue magnétiquement pour empêcher les frottements mécaniques. Cette suspension magnétique est réalisée par deux aimants permanents et deux bobines de stabilisation centrées sur le même axe que les aimants. D'autre part le capteur contient d'autres bobines pour la stabilisation et pour le prélèvement de signal (bobines pick-up).

La fig. 2 fournit une idée de la construction interne du capteur VK 201. La stabilité de la position de la bille est assurée par la régulation du courant dans les bobines de stabilisation. Cette régulation est optimisée dans le but de minimiser le transfert d'énergie à la bille en suspension.

Le prélèvement du signal est réalisé par les quatre bobines pick-up. Le moment magnétique de la bille n'est jamais parfaitement symétrique à son axe de rotation. Comme la bille tourne mais que les bobines pick-up sont immobiles dans l'espace, le flux magnétique traversant les bobines est modifié périodiquement avec les rotations de la bille. La grandeur du signal électrique induit dans les bobines ne dépend pas uniquement des composantes du champ magnétique non symétriques à l'axe, indiquées ci-dessus, elle est également proportionnelle à la fréquence de rotation de la bille.

Ceci limite vers le bas la gamme des fréquences de rotation qui peuvent servir à la mesure. La limite supérieure de la gamme des fréquences adéquates découle de la dépendance entre l'offset et la fréquence (Cf. section 2.10).

Plus le signal de mesure est grand, plus d'énergie est retirée de la bille en rotation ce qui provoque un freinage indépendant de la pression du gaz. Ces conditions définissent pour VISCOVAC VM 212 une gamme de travail entre 405 et 415 Hz, c.-à-d. avant le départ d'une

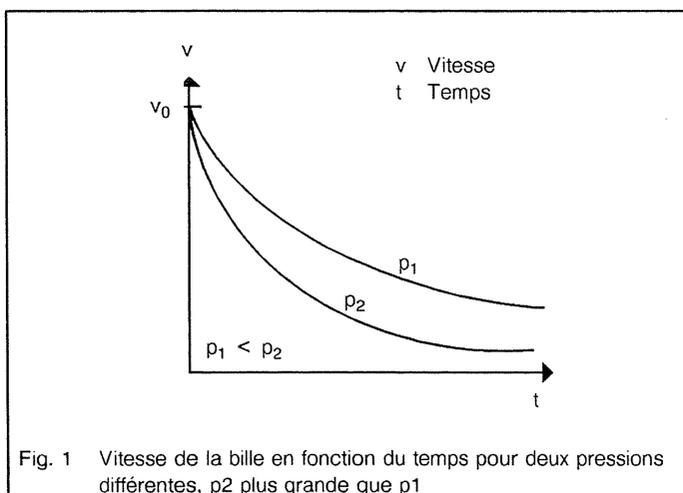


Fig. 1 Vitesse de la bille en fonction du temps pour deux pressions différentes, p_2 plus grande que p_1



Légende de la fig. 2

- 1 Bille, Ø 4,5 mm (pour roulement)
- 2 Tube à vide, diamètre interne 7,5 mm
- 3 Deux aimants permanents, intensité du champ à l'emplacement de la bille 0,05 Tesla
- 4 Deux bobines de stabilisation verticales
- 5 Quatre bobines d'entraînement (l'une d'elles n'est pas représentée pour plus de clarté)
- 6 Niveau à bulle
- 7 Bride de raccordement

Pas représentées: 4 bobines de stabilisation latérales et 4 bobines Pickup.

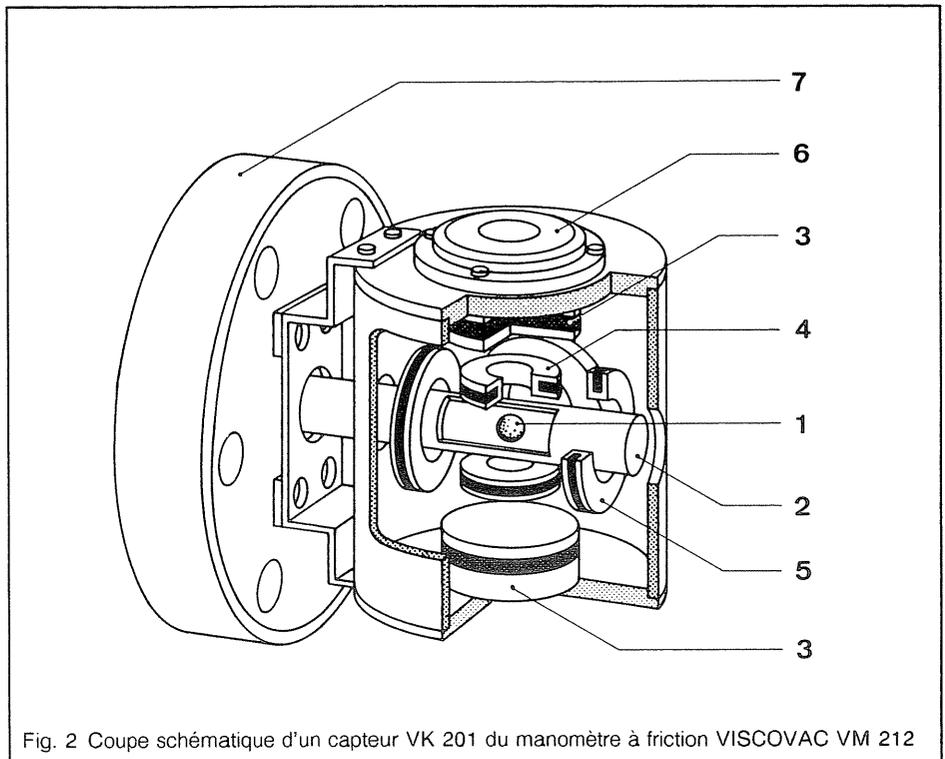


Fig. 2 Coupe schématique d'un capteur VK 201 du manomètre à friction VISCOVAC VM 212

mesure, VISCOVAC VM 212 accélère la bille jusqu'à une fréquence de rotation d'env. 415 Hz.

La mesure proprement dite de la décélération commence alors pour la bille qui n'est plus entraînée. La mesure s'arrête automatiquement dès que la fréquence de rotation tombe à env. 405 Hz et la bille est de nouveau accélérée. La mesure reprend automatiquement quand la fréquence atteint la limite supérieure de 415 Hz. L'entraînement se fait par des champs magnétiques alternatifs générés par les quatre bobines d'entraînement.

1.3.3 Fonctions de commande, de contrôle et de service

VISCOVAC VM 212 est équipé d'un microprocesseur assurant trois groupes de fonctions:

- La commande et le contrôle de la suspension de la bille et de son entraînement. Le départ de la mesure et le nouvel entraînement de la bille ayant atteint la vitesse minimale se font automatiquement. Ce dernier point est décisif pour que VISCOVAC VM 212 puisse travailler comme instrument de mesure de process également dans les pressions plus élevées.
- La commande des opérations de mesure, le traitement interne des mesures primaires et le calcul des valeurs sorties. Il est ainsi possible de définir au préalable des conditions pour la mesure (p.ex. le temps de mesure) ou d'obtenir une sortie de diverses grandeurs physiques.
- La communication avec l'utilisateur.

1.4 Equipement

1.4.1 Equipement standard

VISCOVAC VM 212

- Cordon secteur
 - Fusible 0,2 A et 0,4 A
 - 1 fiche, adaptée à la sortie du contact de commutation
 - 1 fiche, adaptée à la sortie enregistreur analogique
- Mode d'emploi GA 09.014
 Mode d'emploi pour l'interface GA 518
 RS 232 C / V.24 GA 517
 IEC / IEEE

1.4.2 Accessoires

	Réf.
Capteur VK 201 avec câble de mesure fixe de 3 m et un tube	158 82
Tube de test	158 77
Tube VR 200; avec bride de connexion DN 35 CF, 1 jeu de billes	158 71
Tube VR 201; avec bride de connexion DN 16 CF, 1 jeu de billes	158 75
Tube VR 202; avec bride de connexion DN 16 KF, 1 jeu de billes	158 76
Module imprimante pour VM 212	158 79
Calibrage DKD, pour gamme de mesure de 10 ⁻⁵ à 10 ⁻² mbar	157 13
Coude 90° DN 16 KF	884 61
Coude 90° DN 16 CF avec bride rotative	836 04
Coude 90° DN 35 CF avec bride rotative	836 05
1 jeu de billes (10 pièces)	200 27 049
4 rouleaux de papier pour imprimante MP adaptés à l'imprimante VISCOVAC VM 212	701 50 013
Patte de montage pour fixer dans une armoire 19" (2 pièces sont nécessaires)	331 22 604

2 Utilisation et service

2.1 Assemblage

2.1.1 Installation de l'instrument

VM 212 travaille fiablement dans les conditions industrielles habituelles. Voir "Caractéristiques techniques" dans la section 1.2.

L'instrument fourni est monté dans un boîtier de table robuste. Le boîtier est construit en métal. Il est fermé de tous côtés. L'équipement standard de VM 212 comprend une interface d'imprimante externe, une interface série et une parallèle. Une imprimante est livrable en option.

Les pieds vissés à la tôle du fond assurent l'empilement stable de plusieurs instruments de table. Les pieds avant peuvent être dépliés pour incliner l'instrument et permettre une lecture et un service plus confortable de celui-ci.

Cotes d'encastrement, Cf. fig.3.

2.1.2 Montage de l'imprimante

Mettre VM 212 hors circuit.

Retirer la fiche de la prise secteur de VM 212.

Démonter la plaque frontale droite borgne occupant la place de l'imprimante en dévissant les quatre vis des coins.

Retirer la plaque de couverture de l'instrument comme suit:

- Desserrer et retirer deux vis à tête cruciforme de la plaque de couverture.
- Introduire prudemment la main par l'ouverture de la plaque frontale et pousser vers le haut la plaque de couverture qui n'est plus maintenue que par deux gorges externes.

Introduire l'imprimante dans l'ouverture de la plaque frontale et visser aux coins.

Raccorder les câbles de l'imprimante comme suit:

- Ficher le câble ruban large dans la douille libre (20/1) de l'unité de commande (avant droite).
- Ficher le câble ruban plus petit dans la douille libre de la carte imprimée posée debout, derrière l'affichage.
- Ficher la cosse du conducteur noir de la masse sur la patte libre au bord du boîtier à l'arrière, à gauche, en haut (vu de l'avant). La deuxième patte est occupée

par le raccordement du conducteur de protection interne (jaune/vert).

Glisser la plaque de couverture d'un côté dans une rainure, la soulever par le milieu et l'enclencher dans l'autre rainure.

Fixer la plaque de couverture en serrant les deux vis cruciformes.

2.1.3 Encastements possibles

Montage en rack

L'instrument de table peut être facilement monté dans un rack 19" de 3 unités de hauteur au moyen des pattes indiquées dans la section 1.4.2.

Monter les pattes comme suit:

Deux pattes de montage sont nécessaires pour l'adaptation.

Attention

Monter les pattes l'une après l'autre.

Adaptation du côté droit de l'instrument:

- Desserrer et retirer deux vis en croix respectivement en haut et en bas sur les bandes latérales de couleur.
- Retirer les bandes latérales avec un petit tournevis.
- Desserrer et retirer les deux vis en croix côte à côte (près de la poignée).
- Retirer la poignée en tirant vers l'avant.
- Dévisser la poignée de la tôle de maintien et la visser à la patte de montage.
- Poser la patte équipée de la poignée au côté droit de VM 212 et la fixer avec les quatre vis et rondelles de sécurité.
- Poser et visser les bandes latérales.

Adaptation du côté gauche de l'instrument:

Elle s'effectue comme pour celle du côté droit.

Dévisser les pieds de l'instrument.

Introduire VM 212 dans un rack 19" et le fixer aux pattes de montage.

Attention

La plaque frontale n'est pas conçue pour le montage non soutenu. Prévoir donc un support supplémentaire dans l'armoire de commande.

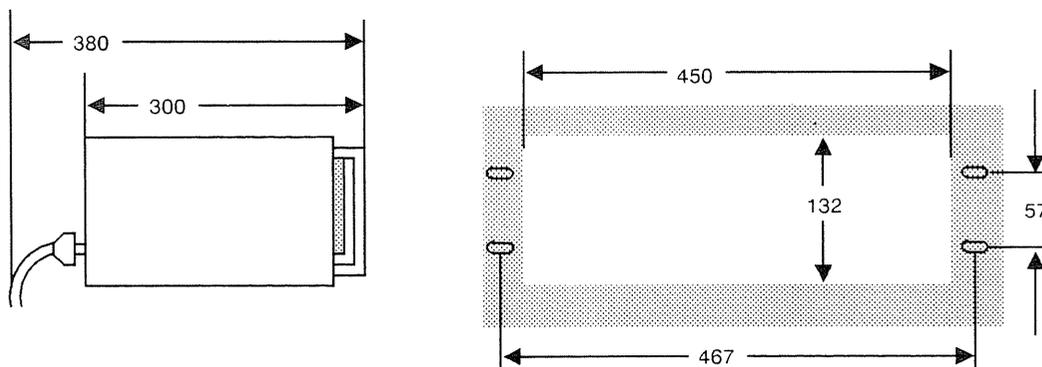


Fig. 3 Cotes d'encastrement de VM 212

Toutes les cotes en mm



Montage en tableau de commande

Les cotes nécessaires pour le montage dans un tableau de commande sont fournies dans la fig. 3. Utiliser les deux pattes de montage comme pour le montage en rack.

2.1.4 Raccordement électrique

Remarque

Pour le raccordement électrique, veuillez respecter les prescriptions en vigueur dans votre pays.

Le raccordement électrique de VM 212 se trouve à l'arrière de l'instrument. Voir également la fig. 4.

Attention

Vérifier que l'instrument est commuté sur la bonne tension secteur avant de le raccorder au secteur. Ne pas oublier le contrôle et l'éventuel remplacement du fusible (4/3).

L'instrument est conçu pour 50 / 60 Hz pour toutes les tensions.

VISCOVAC VM 212 est équipé en usine d'un fusible 0,2 A conformément à son réglage sur 240 V.

Si vous commutez sur une tension de 100 V ou 120 V il faut remplacer le fusible (4/3) par le fusible 0,4 A fourni.

Les commutateurs (4/1) et (4/2) servent à régler la tension secteur. Le commutateur (4/1) définit la gamme 100/120 V ou la gamme 220/240 V.

Le commutateur (4/2) permet de choisir soit les tensions normales 100 / 220 V, soit les tensions supérieures 120 / 240 V.

Exemple de couplage: Réglage sur 240 V

- utiliser le fusible secteur (4/3) 0,2 A
- placer le commutateur (4/1) sur 0,2 A (gamme 220 / 240 V)
- placer le commutateur (4/2) sur 240 V.

Remarque

Dans les cas limites, p. ex. 230 V, il faut toujours choisir la plus forte tension (240 V).

Le raccordement de la tension d'alimentation se fait par le cordon secteur fichable fourni. Le socle de la prise secteur (4/4) se trouve sur la face arrière de l'instrument.

Attention

Il faut utiliser uniquement des câbles secteur à 3 conducteurs. L'emploi de l'instrument sans fil de terre est interdit.

2.1.5 Montage du dispositif de mesure

Voir les fig. 5 et 6 pour les cotes de montage du capteur et des différents tubes de mesure.

Remarque

Il faut introduire une bille dans le tube de mesure avant de monter le capteur dans une enceinte sous vide.

Introduction de la bille:

Retirer le jonc (7/4) à l'intérieur de la bride (7/1) pour enlever ensuite la rondelle (7/5). Retirer le grillage (7/6) de la bride. Introduire la bille (7/7) dans le tube. Le montage se fait dans l'ordre inverse des opérations.

Le principe de fonctionnement exige un montage horizontal du tube. Utiliser éventuellement les pièces de bridage de la section 1.4.2. Orienter la bride de sorte que le logement du capteur (7/3) soit vertical. Pour les tubes à bride CF, une contre-bride orientable est conseillée.

Pousser le capteur sur le tube et visser au logement du capteur (7/3). L'axe du capteur doit être vertical. Un niveau à bulle est monté sur le capteur pour mieux contrôler. La bulle doit être au milieu de la bague noire.

Le système doit être amorti pour que les mesures soient aussi peu perturbées que possible. Si ce n'est pas possible, il faut désolidariser mécaniquement le capteur et le tube.

Légende de la fig. 4

- 1 Sélecteur de tension secteur, grossier (S2)
- 2 Sélecteur de tension secteur, fin (S3)
- 3 Support de fusible
- 4 Socle de prise secteur
- 5 Raccordement de la masse

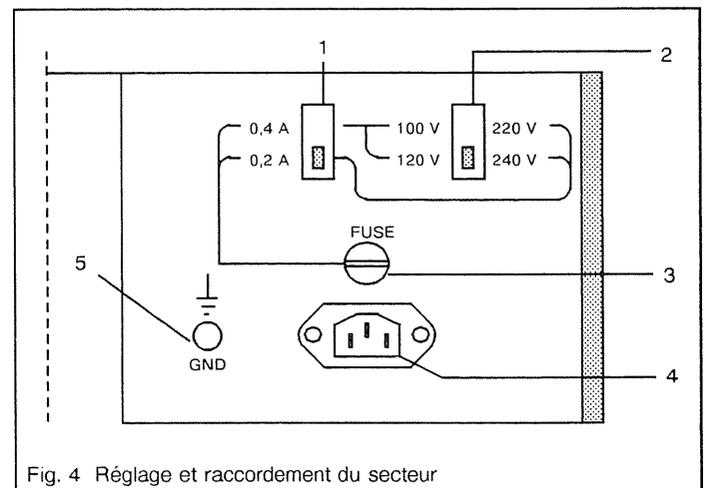


Fig. 4 Réglage et raccordement du secteur

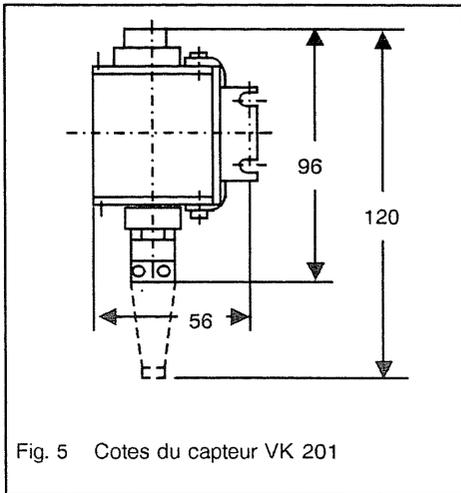


Fig. 5 Cotes du capteur VK 201

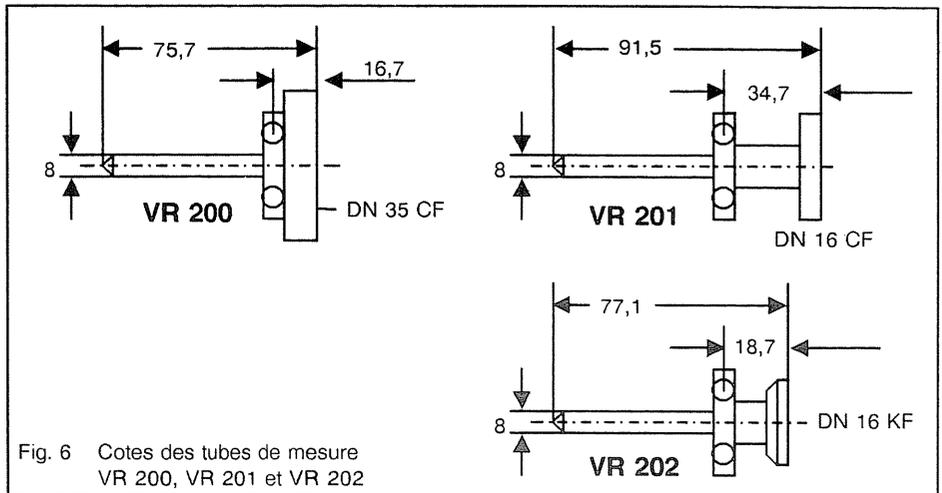


Fig. 6 Cotes des tubes de mesure VR 200, VR 201 et VR 202

Les perturbations peuvent être notamment causées par le fonctionnement de pompes à vide. D'autre part il faut s'assurer que non seulement le signal de mesure, mais aussi la suspension et l'entraînement de la bille ne soient pas perturbés par des champs magnétiques extérieurs.

2.1.6 Raccordement du capteur

Les liaisons entre le capteur et l'appareil de service sont réalisées par un câble signal à deux conducteurs et un câble multiconducteur pour la commande de la suspension et de l'entraînement de la bille.

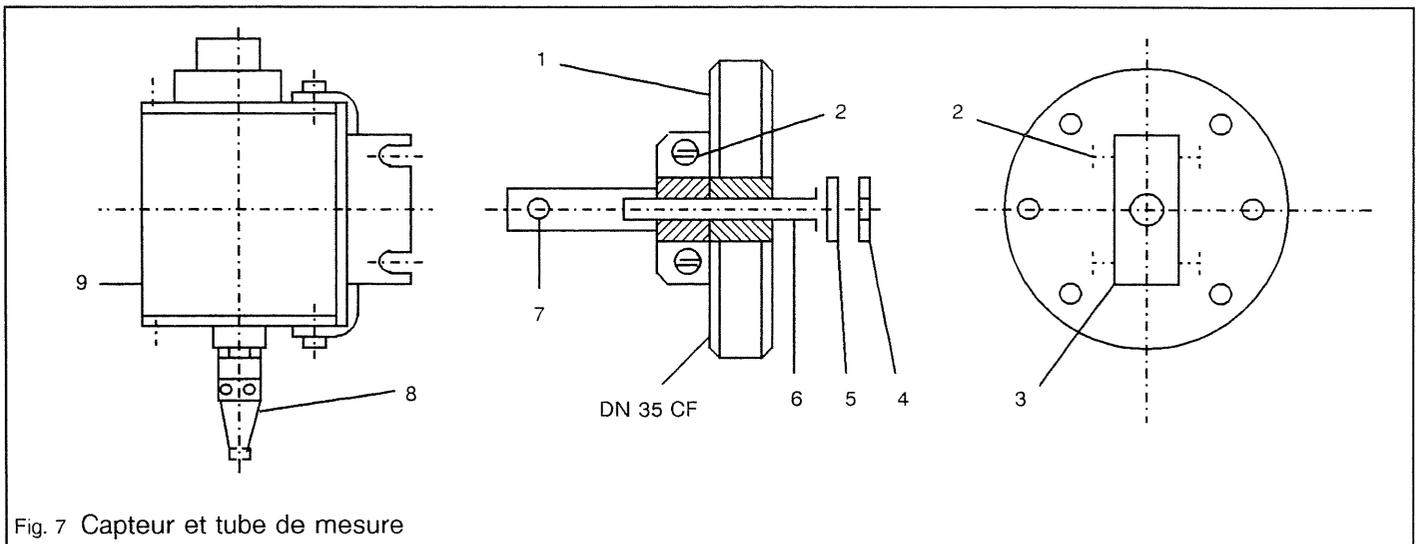


Fig. 7 Capteur et tube de mesure

Légende de la fig. 7

- 1 Bride
- 2 Vis de fixation pour le capteur
- 3 Logement du capteur
- 4 Jonc
- 5 Rondelle
- 6 Grillage
- 7 Bille
- 8 Câble de connexion
- 9 Capteur VK 201

2.2 Éléments de commande et leurs fonctions

2.2.1 Éléments de commande au front de l'instrument

La fig. 8 montre la disposition des éléments de commande et d'affichage. Ils sont brièvement décrits ou commentés ci-après.

DEL du contrôle de "CHARGE"

VISCOVAC VM 212 dispose d'un accu maintenant la suspension de la bille pendant au maximum une heure après une panne de courant. L'état de charge de l'accu est surveillé par une DEL de contrôle (8/1) car un courant relativement fort est nécessaire. La DEL rouge est allumée pendant la charge; la DEL est éteinte quand l'accu est suffisamment chargé.

Champ d'affichage

Le champ d'affichage (8/2) se compose de 16 éléments alphanumériques verts.

DEL pour la suspension de la bille - "BALL"

La DEL (8/6) est éteinte quand la bille est suspendue correctement. Elle s'allume quand la suspension est perturbée ou hors service.

DEL - "SIGNAL"

La DEL (8/7) est allumée tant qu'aucun signal n'est pas

encore disponible à l'entrée signal.

DEL pour l'entraînement de la bille - "DRIVE"

La DEL (8/5) est allumée pendant l'entraînement de la bille.

DEL pour le service interface - "REMOTE"

La DEL (8/4) est allumée pour le service par interface. Elle est éteinte pour le service par le clavier du VM 212.

DEL pour l'adressage GPIB - "ADDRESSED"

L'affichage d'état (8/3) s'allume pour l'adressage par le contrôleur GPIB.

Avance du papier

Le papier métallisé de l'imprimante peut être avancé à la main en tournant la roue (8/8).

Imprimante à papier métallisé d'une largeur d'écriture de 20 caractères par ligne

L'imprimante (8/9) permet de sortir les programmes de mesure, les options et les valeurs mesurées ainsi que leur traitement statistique.

Touche "PRT"

La touche "PRT" (8/10) et la touche "PRT" du clavier numérique (8/14) commandent l'impression par l'imprimante interne ou externe.

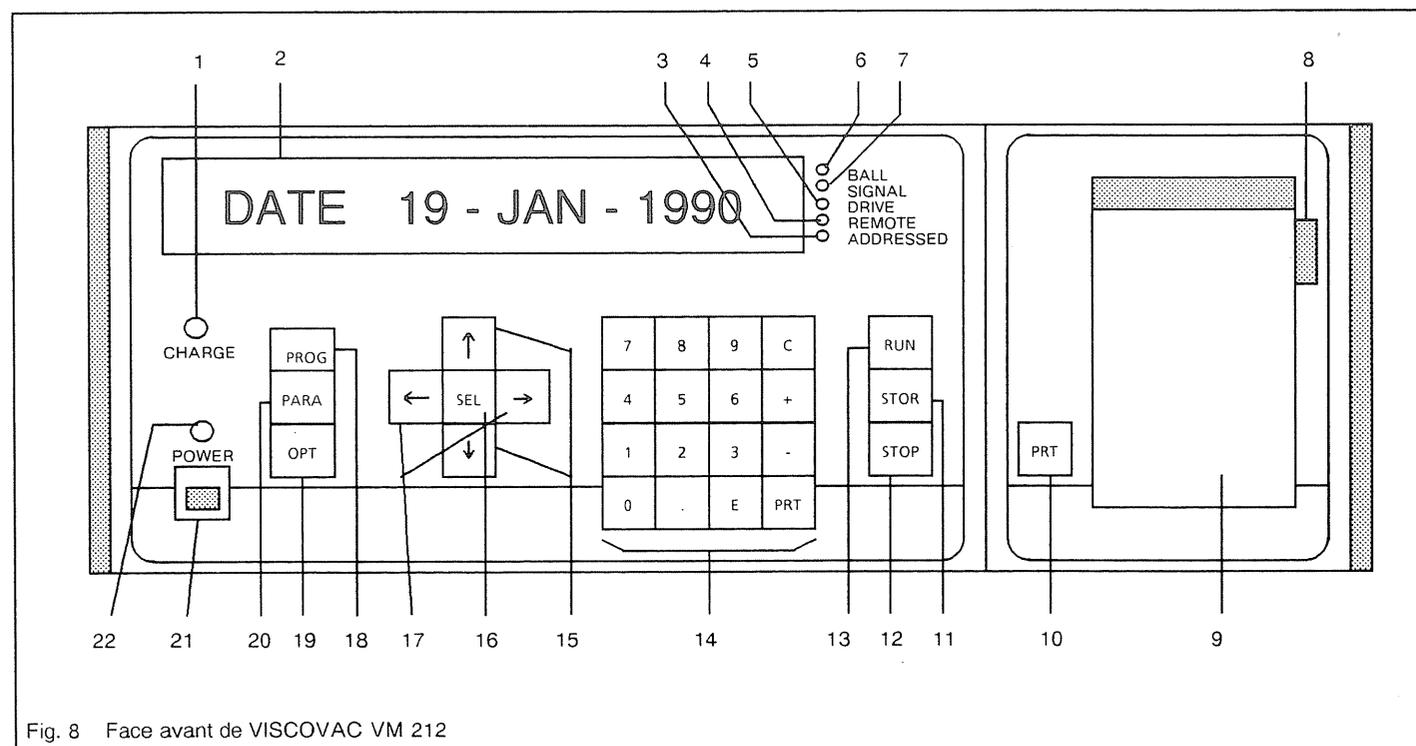


Fig. 8 Face avant de VISCOVAC VM 212

Légende de la fig. 8

- | | | | |
|----|---|----|-------------------------------------|
| 1 | Voyant lumineux du contrôle de charge | 12 | Touche STOP |
| 2 | Champ d'affichage | 13 | Touche RUN |
| 3 | DEL pour adressage GPIB (verte) | 14 | Clavier numérique |
| 4 | DEL pour service interface (verte) | 15 | Touches de commande du curseur |
| 5 | DEL pour entraînement de la bille (verte) | 16 | Touche SEL |
| 6 | DEL pour suspension de la bille (rouge) | 17 | Touches de commande du curseur |
| 7 | DEL pour signal de mesure (rouge) | 18 | Touche PROG |
| 8 | Avance du papier | 19 | Touche OPT |
| 9 | Imprimante (interne) | 20 | Touche PARA |
| 10 | Touche d'impression par module imprimante interne | 21 | Interrupteur secteur (S1) |
| 11 | Touche STOR | 22 | Lampe-témoin du secteur (DEL verte) |

Touche "STOR"

La touche "STOR" (8/11) sert à mémoriser les paramètres introduits précédemment. Cf. section 2.4.1.

Touche "STOP"

La touche "STOP" (8/12) permet d'arrêter des fonctions appelées, d'arrêter la mesure et de freiner la bille. Pour les détails voir les sections 2.4.3, 2.6 et 2.8.

Touche "RUN"

La touche "RUN" (8/13) sert à lancer le programme de mesure ou des fonctions choisies au préalable. Pour les détails voir les sections 2.4.3 et 2.8.

Clavier numérique

Le clavier (8/14) permet l'introduction de chiffres. Outre les nombres, le clavier comporte les touches plus, moins ainsi que le point décimal et le symbole E pour l'introduction d'exposants. La touche C (Clear) est la touche d'effacement pour les erreurs d'introduction.

La touche appelée "PRT" commande l'imprimante interne ou externe raccordée. Cette touche a la même fonction que la touche "PRT" (8/10) à côté de l'imprimante.

Touches de commande du curseur

Les touches de commande du curseur (8/15) et (8/17) assurent le mouvement du curseur (indicateur de localisation d'écriture) dans une 'page de paramètres'. Vous trouverez d'autres détails dans la section 2.4.4. Les touches du curseur ont d'autres fonctions dans le cadre des options logicielles (section 2.8).

Touche "SEL"

La touche "SEL" (8/16) sélectionne des valeurs dont le nombre est réduit. C'est le cas notamment de valeurs non numériques (Cf. également section 2.4.5). La touche "SEL" a d'autres fonctions dans le cadre des options du logiciel (Cf. également la section 2.8).

Touche "PROG"

La touche "PROG" (8/18) commande diverses fonctions de l'instrument. Voir la section 2.4.

Touche "OPT"

La touche "OPT" (8/19) sélectionne les options du logiciel. Voir la section 2.8 pour les détails.

Touche "PARA"

La touche "PARA" (8/20) sélectionne le mode édition. Voir la section 2.4 pour les détails.

Interrupteur secteur - "POWER"

L'interrupteur secteur "POWER" (8/1) sert à commuter l'alimentation de VM 212. Il faut noter que la protection de la suspension de la bille n'est assurée qu'en cas de panne de courant et si l'interrupteur secteur est commuté, ce n'est pas le cas si le courant de l'instrument est coupé par une décommutation (malencontreuse) de l'interrupteur secteur.

DEL secteur

La DEL secteur (8/22) est allumée - en présence de tension - lorsque l'interrupteur secteur (8/21) est commuté.



2.2.2 Prises d'alimentation et connecteurs à l'arrière de l'instrument

La disposition des prises d'alimentation et des connecteurs de la face arrière de VISCOVAC VM 212 est représentée dans la fig. 9. Ces composants sont brièvement décrits ou commentés ci-après.

Entrée des signaux du capteur "PICKUP"

La prise femelle (9/1) sert au raccordement du câble signal du capteur.

Connecteur femelle pour l'interface d'imprimante (Centronics)

La prise (9/2) permet de raccorder une imprimante externe à interface Centronic. Elle est comparable à une sortie pour imprimante de PC.

Interface V.24/RS 232 C

Cette interface série permet à un ordinateur de même interface de commander entièrement l'instrument et de lire tant les paramètres que les valeurs mesurées. Voir la section 2.18 et GA 518 pour les détails d'utilisation de cette interface.

Interface GPIB / IEEE 488

Cette interface parallèle permet à un ordinateur de même interface de commander entièrement l'instrument et de lire tant les paramètres que les valeurs mesurées. Voir la section 2.18 et GA 517 pour les détails d'utilisation de cette interface.

Sélecteur de tension secteur, grossier

Le sélecteur de tension secteur grossier (9/5) sert à l'adaptation de VISCOVAC VM 212 sur l'une des deux gammes de tension secteur disponibles.

Sélecteur de tension secteur, fin

Le sélecteur de tension secteur fin (9/6) sert à l'adaptation de VISCOVAC VM 212 à l'intérieur de la gamme de tension secteur choisie avec (9/5).

Support de fusible

Support (9/7) pour fusible secteur (0,2 ou 0,4 A, selon la gamme de tension secteur).

Prise de connexion du secteur

La prise femelle secteur (9/8) permet le raccordement de VM 212 au secteur.

Raccordement à la masse

Ce raccordement (9/9) assure la liaison à la masse externe entre VM 212 et la bride de mesure ou d'autres pièces sous tension de l'installation.

Sorties de commutation "LIMITS"

Prise femelle (9/10) pour les sorties de relais (Cf. sections 2.5.4 et 2.6.7). La fiche correspondante est fournie.

La sortie de commutation (9/10) est composée de deux relais inverseurs correspondants aux points de commutation UP et LO. En position de repos, les contacts 2 - 3 et 5 - 6 sont fermés. Consulter les sections 2.5.4 et 2.6.6 pour plus d'informations sur le fonctionnement des

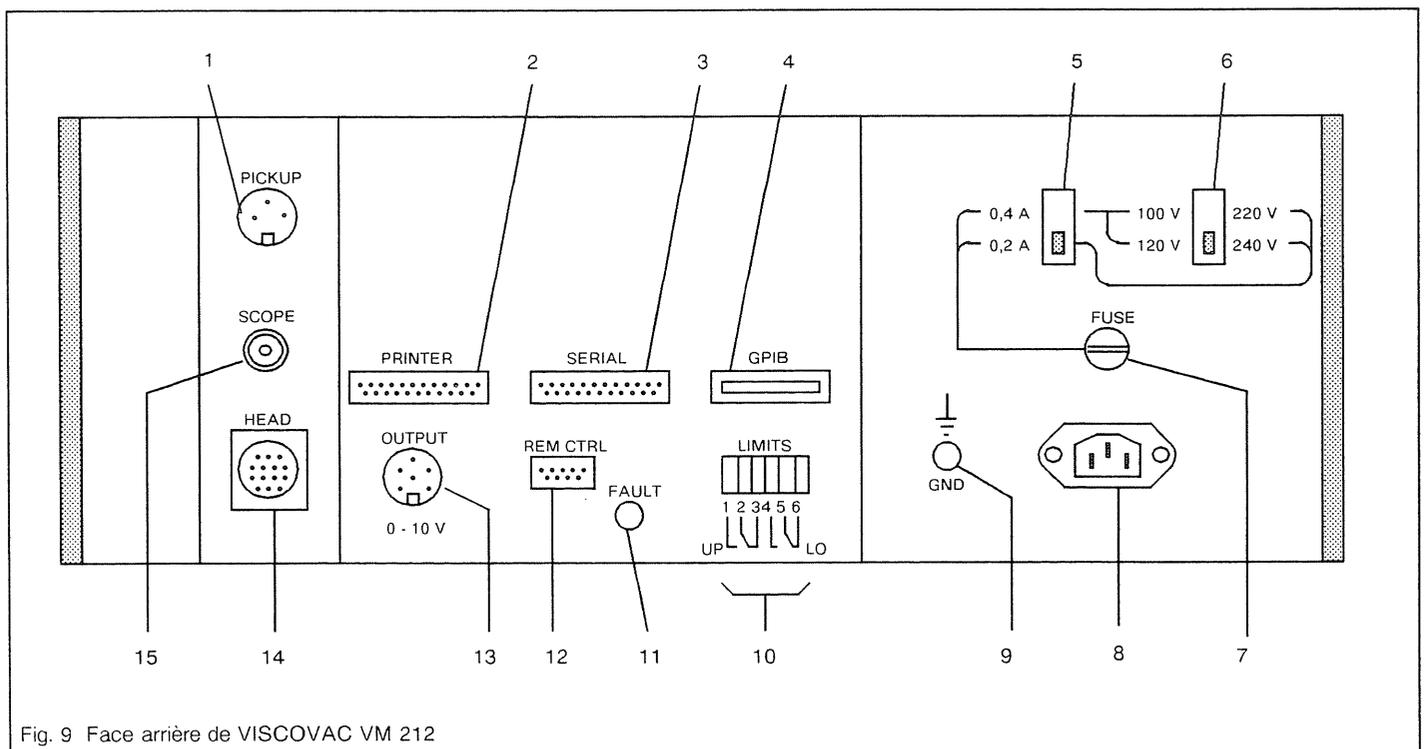


Fig. 9 Face arrière de VISCOVAC VM 212

Légende de la fig. 9

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Entrée des signaux du capteur | 8 | Raccordements du secteur |
| 2 | Prise femelle d'interface imprimante (Centronics) | 9 | Sorties de commutation "LIMITS" |
| 3 | Interface série (RS 232 C) | 11 | DEL "FAULT" |
| 4 | Interface parallèle (IEEE 488 ou GPIB) | 12 | Prise femelle de télécommande avec sorties des signaux d'état |
| 5 | Sélecteur de tension secteur, grossier (S2) | 13 | Sortie analogique "OUTPUT" |
| 6 | Sélecteur de tension secteur, fin (S3) | 14 | Prise d'alimentation "HEAD" du capteur |
| 7 | Support de fusible | 15 | Sortie de signaux "SCOPE" |

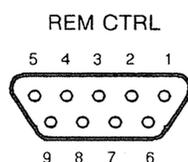


Fig. 10 Affectations de la prise femelle du REM CTRL

Légende de la fig. 10

Broche 1	RI FUNCT 1 (anode par 3,3 kΩ)
Broche 2	RI FUNCT 2 (anode par 3,3 kΩ)
Broche 3	RI FUNCT 1 (collecteur)
Broche 4	RI FUNCT 2 (collecteur)
Broche 5	--
Broche 6	RI FUNCT 1 (cathode)
Broche 7	RI FUNCT 2 (cathode)
Broche 8	RI FUNCT 1 (émetteur)
Broche 9	RI FUNCT 2 (émetteur)

sorties de commutation.

DEL "FAULT"

Cette diode électroluminescente (9/11) est allumée pendant la mise en circuit. Elle s'éteint après une initialisation correcte du microprocesseur. D'autre part elle s'allume pendant le service en cas de panne de la commande par microprocesseur.

Prise de télécommande avec sorties de signaux d'état "REM CTRL"

Cette interface fournit deux entrées de commande configurables et deux sorties de signaux d'état également configurables. Voir la section 2.8.6 (Option 06) pour d'autres informations.

Les signaux d'entrée sont séparés galvaniquement de l'instrument par un opto-coupleur. Les entrées et sorties sont prévues pour un service 24 V (résistance primaire 3.3 kΩ dans les entrées). Les sorties sont chargeables jusqu'à 20 mA.

Comme les entrées sont des entrées d'impulsions il faut les exciter sans rebondissement. Durée d'impulsion env. 10 à 100 ms. Les deux entrées travaillent en alternative l'une pour l'autre et ne doivent pas être activées simultanément. Ecart minimal entre les impulsions d'entrée env. 0,5 ms. L'affectation des 9 pôles de la prise REM CTRL est indiquée dans la fig. 10.

Sortie analogique "OUTPUT"

La prise de raccordement (9/13) est prévue pour la sortie analogique (Cf. les sections 2.5.5 et 2.6.5). La fiche correspondante est fournie. Consulter la fig. 11 pour l'affectation. Les numéros des broches sont visibles à l'intérieur de la fiche fournie.

Un signal de 0 à 10 v par rapport à la masse est appliqué à la sortie analogique (9/13).

Prise d'alimentation "HEAD" pour le capteur

La prise femelle (9/14) sert à raccorder le câble d'alimentation du capteur.

Sortie signal "SCOPE"

La sortie signal "SCOPE" (9/15) permet de prélever le signal généré dans le capteur, après préamplification et filtrage.

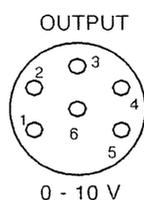


Fig. 11 Affectations de la sortie analogique

Légende de la fig. 11

Broche 1	signal
Broche 2	sans affectation
Broche 3	sans affectation
Broche 4	sans affectation
Broche 5	sans affectation
Broche 6	masse



2.3 Mise en service

- Installer VISCOVAC VM 212 comme dans la section 2.1.1.
- Monter l'imprimante comme dans la section 2.1.2.
- Placer l'interrupteur "POWER" (8/21) sur "OFF".
- Contrôler le raccordement électrique comme dans la section 2.1.4.
- Alimenter VM 212 en tension secteur par le cordon secteur fourni.
- Monter le capteur comme dans la section 2.1.5. Connecter les câbles signal correspondants avec VM 212 (Cf. section 2.1.6).
- Pour les autres raccordements sur la face arrière de l'instrument, voir la section 2.2.2.
- Placer l'interrupteur "POWER" (8/21) sur "ON"; la DEL du contrôle de secteur (8/22) s'allume.

Un test automatique se déroule juste après la mise en circuit. Pendant ce temps les DEL "FAULT" (9/11) et (8/3) jusqu'à (8/7) sont allumées. Les DEL (8/3), (8/4) et (8/5) s'éteignent. La DEL (8/6) pour la suspension de la bille et la DEL (8/7) pour le signal de mesure restent allumées en rouge.

Le champ d'affichage (5/2) indique le nom de l'instrument et la version du logiciel, p. ex. **VM 212 VERS. 3.3**.

VISCOVAC VM 212 indique ensuite la dernière date introduite et l'heure, suivies par READY ou il commence immédiatement par une mesure, si l'instrument était en train de mesurer à la dernière mise hors circuit. L'instrument est prêt à travailler dans les deux cas. La DEL (8/6) pour la suspension de la bille s'éteint et la DEL (8/7) rouge pour signal de mesure reste allumée.

Actionner la touche "PROG" (8/18) et la touche "RUN" (8/13); la mesure est lancée et la DEL verte (8/5) "DRIVE" s'allume. La diode rouge (8/7) s'éteint au bout d'env. une minute. La DEL verte "DRIVE" (8/5) s'éteint après la montée en régime de la bille (env. 100 s).

Si la pile au lithium intégrée à la RAM se vide, les paramètres mémorisés dans la RAM sont perdus. Au plus tard lors d'une tentative de lancement d'une mesure, VISCOVAC VM 212 répondra par "PROG NOT DEFINED". Les données de programme nécessaires au service de VM 212 doivent être réintroduites dans la RAM comme indiqué dans la section 2.6.7.

2.3.1 Test de fonction avec le tube test

Avec le tube de test Réf. 158 77 on peut effectuer un test de fonction sans appareillage sous vide.

Il faut alors monter le capteur sans le tube dans un support convenable, pour que son axe soit vertical.

Introduire le tube de test dans l'ouverture du capteur. La mise en service s'exécute sinon comme décrit ci-dessus. Les instructions servant à tester un système sont décrites dans la section 2.6.

Remarque

La pression du gaz dans le tube de test est une grandeur variable. Ce tube ne peut donc servir qu'à un pur test de fonction et ne convient pas du tout pour un calibrage.

2.4 Conception de l'utilisation

2.4.1 Le principe des valeurs par défaut (Default values)

VISCOVAC VM 212 dispose d'une mémoire programme contenant 16 jeux de paramètres appelés également programmes (Cf. également la section 2.5). Une autre mémoire, appelée, mémoire de travail, contient le jeu de paramètres qui vient juste d'être sélectionné pour la mesure. Autrement dit le jeu des paramètres actifs. On utilise aussi une mémoire spéciale pour éditer les jeux de paramètres ou les modifier, la mémoire d'édition.

Chaque position devant faire l'objet d'une introduction de valeur est occupée à tout moment par une valeur. Il n'y a donc aucune position de mémoire vide. Cette valeur persiste après les mises hors circuit de l'instrument. Si la pile tampon de la RAM se vide, on peut recharger dans la mémoire les valeurs alors perdues.

Conséquences du principe des valeurs par défaut:

- en mode édition, tous les paramètres sont occupés par une valeur,
- le no. du programme actif apparaît avec l'écho "PROG" quand on actionne la touche "PROG",
- après la première sélection, quand on actionne la touche "OPT" on obtient le numéro 01 avec l'écho (indication) "OPT". Sinon, on obtient le numéro de l'option active et l'écho "OPT" lorsqu'on actionne la touche "OPT".
- VISCOVAC VM 212 commence automatiquement à mesurer dès la mise en circuit s'il mesurait lors de sa dernière mise hors circuit.

Le principe des valeurs par défaut permet de raccourcir les instructions si les valeurs par défaut conviennent à l'utilisateur. Au démarrage d'une mesure il n'est plus nécessaire d'introduire à nouveau le no. d'un programme. L'instruction se réduit ainsi à:

PROG-RUN
ou simplement
RUN

2.4.2 La commande du curseur

On actionne la touche "PARA" pour passer au mode édition. L'affichage indique le paramètre 11 ou le dernier paramètre appelé. On obtient les autres paramètres en déplaçant verticalement le curseur par les touches "↓" et "↑" (8/15).

Pour le déplacement horizontal avec "→" et "←" (8/17) la position du curseur est indiquée par clignotement.

Ce déplacement est nécessaire p.ex. pour régler la date; Cf. également la section 2.5.

2.4.3 Les instructions de base et le principe du dialogue

VISCOVAC VM 212 répond à chaque introduction d'une instruction, en demandant d'en accuser la réception ou en donnant une valeur par défaut ou encore en signalant qu'une instruction est incomplète. Les instructions et les messages possibles sont les suivants:

{nn} remplace à chaque fois le no. du jeu de paramètres)

PROG {nn} RUN

Le jeu de paramètres {nn} est copié de la mémoire programme dans la mémoire de travail et une mesure est lancée en utilisant ce jeu de paramètres. VM 212 signale:

"RUNNING PROG {nn}"

Le programme {nn} est lancé mais aucune mesure n'est encore disponible.

"CHANGED PROG {nn}"

Remarque

Cette fonction n'est valable qu'à partir de la version 3.3 du logiciel.

Après modification en mode PARA, le programme {nn} est sauvegardé dans la mémoire programme et chargé dans la mémoire de travail. L'indication "CHANGED PROG {nn}" n'apparaît que brièvement avant "RUNNING PROG {nn}".

"INVALID INPUT" ou "INVALID NUMBER"

Vous avez choisi un numéro de programme qui n'existe pas (Cf. également la section 2.17.1).

PROG {nn} STOR

Le jeu de paramètres résidant actuellement dans la mémoire d'édition est copié dans la mémoire programme {nn}.

Pour que ce jeu de paramètres soit utilisé directement pour d'autres mesures il faut encore introduire PROG {nn} RUN (superflu à partir de la version 3.3 du logiciel). L'instrument signale:

"STORED PROG {nn}"

Le jeu de paramètres de la mémoire d'édition a été sauvegardé comme programme {nn} dans la mémoire programme;

"CHANGED PROG {nn}"

Après une modification, le jeu de paramètres a été sauvegardé sous le même numéro de program. qu'il avait lors du chargement dans la mémoire de travail.

"INVALID INPUT" ou "INVALID NUMBER"

Vous avez choisi un numéro de programme qui n'existe pas (Cf. également la section 2.17.1).

PROG {nn} PRT

Le jeu de paramètres {nn} est sorti par l'imprimante choisie dans l'option 02.

PROG {nn} PARA

Le jeu de paramètres {nn} est copié dans la mémoire d'édition (quel que soit le jeu de paramètres se trouvant dans la mémoire de travail!).

OPT {nn} RUN

L'option logicielle {nn} est appelée et immédiatement signalée ou bien l'instrument signale:

"RUNNING OPT {nn}"

L'option {nn} du logiciel est appelée.

"NOT INSTALLED"

Une option pas encore installée a été choisie (Cf. également la section 2.17.1).

"INVALID NUMBER"

On a choisi une option avec le numéro 0 ou un nu-

méro plus grand que 10 ou que 16 à partir de la version 3.3 du logiciel.

OPT PRT

L'imprimante sort les options configurables.

PARA

Le jeu de paramètres résidant actuellement dans la mémoire de travail est copié dans la mémoire d'édition et le mode édition est appelé. L'instrument signale le paramètre 11 ou le dernier paramètre appelé:

"DISPLAY = aaaa"

Un nouvel actionnement de la touche PARA charge le programme à nouveau, les modifications sont rejetées. Le paramètre 11 apparaît.

Si l'on actionne la touche RUN en mode PARA, sans que les données n'aient été modifiées, l'instrument quitte le mode PARA et le programme en cours est relancé. Si l'on actionne la touche STOP, on revient au service mesure et perd éventuellement les modifications.

STOR

En mode édition, toute modification d'un paramètre doit être confirmée par la touche "STOR" pour être reprise par la mémoire d'édition.

PRT

L'instruction "PRT" pendant le service mesure provoque la sortie des mesures sur l'imprimante. L'impression se fait conformément à la consigne définie par les paramètres d'imprimante (Cf. section 2.5.6).

STOP

La dernière instruction introduite est interrompue. Une option logicielle éventuellement en cours est arrêtée. Voir la fig. 12 pour la description de cette fonction.

2.4.4 Formes d'introductions

Les introductions de VISCOVAC VM 212 se divisent en deux groupes. Le premier rassemblant les instructions, le deuxième les paramètres. Ceux-ci se divisent à leur tour en deux catégories:

Introductions 'Select'

Le point commun des paramètres 'Select' est que peu d'introductions sont valables et donc autorisées. Les valeurs sont repérées par un signe = qui clignote en cas de nouvelle introduction pas encore confirmée. Les paramètres 'Select' se modifient avec la touche "SEL" (8/16) ou en introduisant un chiffre entre 0 et 9. Les affectations correspondantes sont décrites dans la section 2.5.1.

Introductions de valeurs numériques

La plupart des paramètres sont introduits sous forme de valeurs numériques à l'aide du clavier numérique avec le signe et l'exposant respectifs. On peut introduire le nombre complet ou chiffre par chiffre avec le curseur horizontal.

Pour la modification des paramètres voir la section 2.6.2.

Pour toutes les introductions de nouveaux paramètres on peut effacer la dernière valeur introduite grâce à la touche "C" du clavier numérique. La dernière valeur valable réapparaît alors.

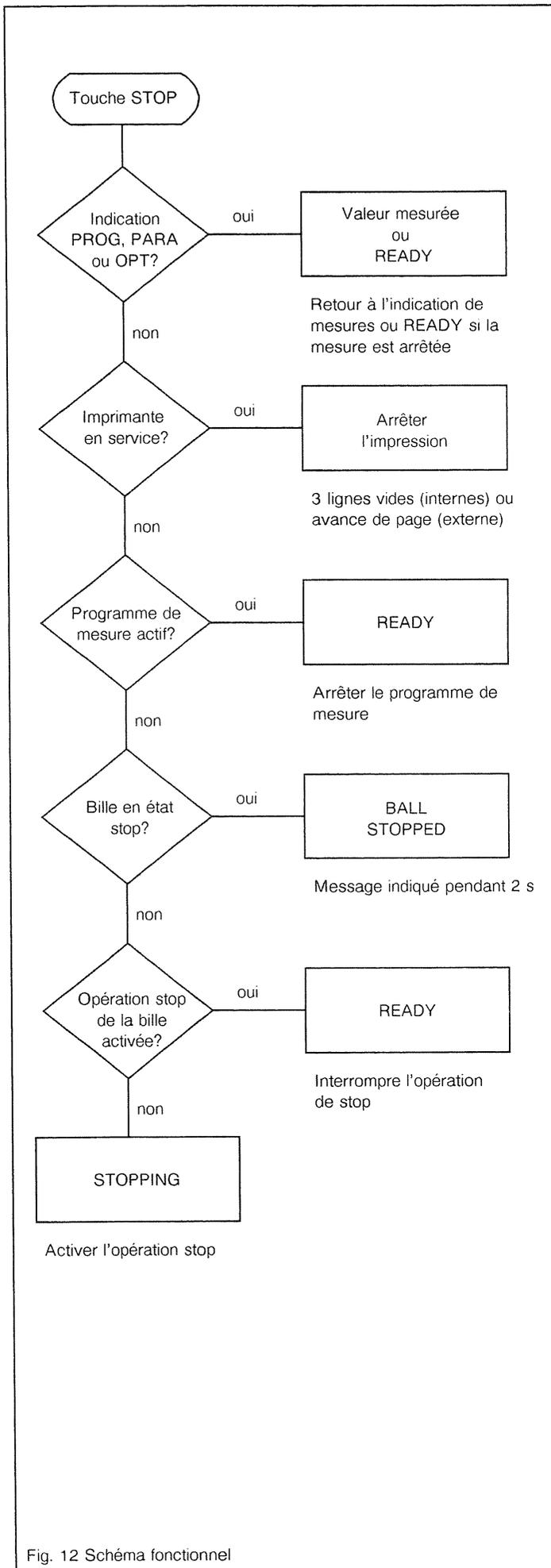


Fig. 12 Schéma fonctionnel

2.5 Description des paramètres

Chaque mesure suppose une série d'indications qui

- définissent le déroulement du process jusqu'à l'indication (paramètres de process 11 à 13),
- décrivent le gaz (paramètres du gaz 21 à 23),
- décrivent la bille (paramètres de la bille 31 à 33),
- définissent les fonctions de commutation (paramètres 41 à 43),
- programment la sortie analogique (paramètres de sortie 51 à 53),
- définissent la sortie des mesures sur l'imprimante (paramètres d'imprimante 61 à 63).

Ces indications sont appelées paramètres de programme. Un programme est un jeu de ces paramètres de programme. La fig. 14 est un exemple d'une impression du programme fixe décrit dans la section 2.6.7. Les sections 2.5.1 à 2.5.6 décrivent les paramètres dans l'ordre des groupes ci-dessus.

En mode édition on peut indiquer et modifier non seulement les paramètres de programme mais également trois (quatre) autres paramètres appelés globaux:

IMAGE (pour imprimante interne)

AUTOMATIC

DATE

TIME (à partir de la version 3.3 du logiciel)

Ces paramètres sont indépendants des programmes, leur validité est globale. Une simple confirmation est nécessaire pour les introduire, c.-à-d. qu'ils sont actifs immédiatement même sans sauvegarde de l'ensemble du jeu de paramètres. Les impressions du programme par l'imprimante optionnelle ou par la sortie pour imprimante externe ne concernent que les paramètres de programme, les paramètres globaux ne sont pas sortis par l'imprimante. Ils ont les fonctions suivantes:

IMAGE

Ce paramètre apparaît, si l'imprimante interne est activée, pour définir le sens de l'impression, inversée dans le sens de l'avance du papier ou droite, en sens inverse. L'introduction se fait par la touche "SEL" ou avec les chiffres 0 ou 1 du clavier numérique. On obtient les possibilités suivantes:

Touche 0 UP l'impression apparaît droite (sens inverse de la marche du papier). Dans les listes (PROG {nn} PRT ou OPT PRT). L'ordre de succession des caractères est inversé pour que la date soit toujours en haut.

Dans les sorties de mesures, l'ordre ne change pas. La ligne de date est toujours imprimée en premier.

Touche 1 DOWN l'impression apparaît renversée (sens de la marche du papier). La ligne de date est toujours imprimée en premier.

Ce paramètre est interdit à partir de la version 3.3 lorsque l'option 02 n'est plus programmée pour l'imprimante interne.

AUTOMATIC

Le paramètre AUTOMATIC permet d'activer ou désactiver la relance automatique de l'entraînement de la bille destinée à accélérer sa rotation jusqu'à la fréquence supérieure dès qu'elle tombe à la fréquence minimale admissible pour la mesure. L'introduction se fait par la touche "SEL" ou avec les chiffres 0 ou 1 du clavier numérique. On obtient les possibilités suivantes:

Touche 0 OFF relance automatique ARRET
Touche 1 ON relance automatique MARCHE

DATE

Outre en mode édition, le paramètre DATE apparaît dans les cas suivants:

- après la mise en circuit, avec l'indication de la version du logiciel, par exemple DATE 13-JUN-1990.
- à la sauvegarde d'un programme, la date et l'heure actuelles sont également mémorisées sous le numéro du programme correspondant. Cette date s'appelle date de création dans les sorties du programme sur imprimante, sans indication du numéro du paramètre, p.ex. FROM 30-APR-1990.
- à chaque sortie sur imprimante la date actuelle est également imprimée p.ex. DATE 22-MAY-1990 (Cf. également fig. 13 et fig. 14).

Pour VM 212 sans horloge à pile tampon (Vers. 3.0), la date doit être introduite à chaque mise en circuit.

Introduction d'une date

La date peut être modifiée chaque fois qu'elle apparaît dans le DISPLAY. Donc non seulement en mode édition mais également quand elle apparaît après la mise en circuit de l'instrument. Utiliser les touches horizontales du curseur pour pointer le caractère à modifier à l'aide des touches du clavier numérique.

```

MEAN VAL = 5.4175 -04
MEAN STD = 2.6184 -06
STD DEV  = 8.2801 -06
MAX DEV  = 1.7186 -05
    5.3684 -04 MBAR
    5.3711 -04 MBAR
    5.3706 -04 MBAR
    5.3670 -04 MBAR
    5.3714 -04 MBAR
    5.3679 -04 MBAR
    5.3683 -04 MBAR
    5.4690 -04 MBAR
    5.5323 -04 MBAR
    5.5894 -04 MBAR
NR 0001      PROG 04
DATE 14-AUG-90 14:13
  
```

Fig. 13 Impression typique de mesures à partir de la version 3.3

Le mois se modifie soit par la touche "SEL" soit par le clavier numérique. Les introductions suivantes sont possibles:

touches 1 à 9 janvier à septembre
touche 0 octobre
touche . novembre
touche + décembre

La modification est achevée avec "STORE". La gamme des dates possibles s'étend du 1er janvier 1989 au 31 décembre 2088.

TIME

Les indications fournies pour DATE s'appliquent également pour ce paramètre. L'horloge n'est installée qu'à partir de la vers. 3.3. Elle actualise aussi la date. L'introduction de l'heure se fait par le curseur et le clavier numérique.

2.5.1 Paramètres du process

11 Display

Le paramètre DISPLAY sélectionne la dimension et l'unité des mesures indiquées. Le réglage se fait au choix par la touche "SEL" ou par le clavier numérique en introduisant des chiffres de 0 à 9. Les sélections suivantes sont possibles:

Touche 0	JM	débit massique	(kg·m ⁻² ·s ⁻¹)
Touche 1	MBAR	pression	
Touche 2	PA	pression	
Touche 3	TORR	pression	
Touche 4	JN	densité de flux	(m ⁻² ·s ⁻¹)
Touche 5	RHOG	densité du gaz	(kg m ⁻³)
Touche 6	N	densité de particules	(m ⁻³)
Touche 7	L	libre parcours moyen	(m)
Touche 8	TMON	temps de formation d'une monocouche moléculaire	(s)
Touche 9	DCR	décélération	(s ⁻¹)

Les grandeurs sont commentées dans la section 2.11.

```

DATE 14-AUG-90 14:07
PROG 01
FROM 14-AUG-90 12:58
11 DISPLAY = MBAR
12 MTIME      2.0
13 OFFST     0.0000 E + 00
21 TEMP      296.2
22 MOLWT     39.9500
23 VISC      2.2110 E -05
31 SIGMA     1.000
32 BDENS     7.7260E + 03
33 BDIAM     4.500
41 LIMITS    = OFF
42 LOLIM     1.0000 E -07
43 UPLIM     1.0000 E + 00
51 OUTPUT    = OFF
52 ZERO      1.0000 E -07
53 FSCAL     1.0000 E + 00
61 PRINT     = STAT
62 INTVL     1
63 SAMPL     10
  
```

Fig. 14 Impression du programme fixe comme exemple d'un jeu de paramètres



12 MTIME

Le paramètre MTIME sélectionne le temps de mesure. Il s'agit du temps nécessaire à l'obtention d'une seule mesure. Le réglage s'effectue par des valeurs numériques et en secondes. Les valeurs possibles vont de 0,5 à 30 secondes. Le rapport entre le temps de mesure et la précision de mesure est représenté dans la section 2.16. A partir de la version 3.3 du logiciel l'introduction de 0 active un temps de mesure automatique. L'instrument détermine automatiquement le temps de mesure maximal possible mais pas supérieur à 10 s.

13 OFFST

Le paramètre OFFST permet d'introduire un offset (Cf. également section 2.10) qui sera soustrait des valeurs mesurées.

Etant donné que l'offset représente une décélération de la bille indépendante du gaz (Cf. également la section 2.10), le seul procédé excluant toute erreur consiste à définir l'offset comme décélération (DCR) et de l'introduire comme offset dans "l'unité" DCR. Pour écarter les erreurs involontaires dans ce procédé on a défini la séquence d'introductions suivante:

- régler le paramètre DISPLAY su DCR,
- introduire l'offset dans "l'UNITE" DCR,
- ramener le paramètre DISPLAY sur l'unité de sortie désirée.

L'offset sera toujours indiqué dans la dimension et l'unité choisies par le réglage du paramètre DISPLAY. Donc, si on règle le paramètre DISPLAY p. ex. sur MBAR lors de la dernière introduction de la séquence ci-dessus, on obtient comme paramètre OFFST la pression indiquée correspondant à la décélération (DCR). La conversion utilise les valeurs venant d'être introduites pour les autres paramètres.

On peut introduire des valeurs numériques positives et négatives de $1.0000 \cdot 10^{-3}$ à $1.0000 \cdot 10^{30}$ et zéro.

On obtient le message "IN DCR MODE ONLY" si l'on tente de sauvegarder OFFST dans une autre unité.

A partir de la vers. 3.3, la touche "SEL" permet de charger dans l'introduction l'éventuelle moyenne de la statistique ou sinon la valeur mesurée courante. Elle peut être éditée ou acceptée directement avec STOR. Le curseur clignote sur la première position.

Si la mesure ne se fait pas en mode DCR on obtient le message: IN DCR MODE ONLY.

Si aucune valeur n'est (pas encore) disponible pour DCR, on obtient le message: NO PRESENT VALUE.

2.5.2 Paramètres du gaz

21 TEMP

Avec le paramètre TEMP on introduit la température du gaz à mesurer. L'introduction se fait en valeur numérique et en Kelvin. Les températures possibles vont de 3,0 à 999,9 Kelvin.

22 MOLWT

Avec le paramètre MOLWT on introduit la masse moléculaire relative du gaz à mesurer. Le calcul de la masse moléculaire effective d'un mélange gazeux est décrit dans la section 2.12.1. L'introduction se fait en valeur numérique et en unités de masse atomique. Les masses moléculaires relatives possibles vont de 1.0000 à 999.9999 unités de masse atomique.

23 VISC

Avec le paramètre VISC on introduit la viscosité du gaz à mesurer. La détermination de la viscosité effective d'un mélange gazeux est possible par l'option 07 (à partir de la vers. 3.3). L'introduction se fait en valeur numérique, dans l'unité Pa.s. Les viscosités possibles vont de $1.0000 \cdot 10^{-30}$ bis $1.0000 \cdot 10^{30}$ Pa.s et zéro. L'introduction de VISC = 0 coupe la linéarisation!

Dans les mesures de pressions inférieures à 10^{-2} mbar, la viscosité est un facteur négligeable dans le calcul des mesures (Cf. section 2.9). Il n'est donc pas nécessaire d'introduire la viscosité pour des mesures dans ces gammes de pression.

2.5.3 Paramètres de la bille

31 SIGMA

Le paramètre SIGMA permet de décrire l'influence des propriétés spécifiques de la surface de la bille sur la décélération de la bille par la friction du gaz (Cf. également la section 2.9). L'introduction se fait par valeur numérique. Les valeurs possibles vont de 0.001 à 1.273. Pour les billes non calibrées on peut introduire 1.000.

32 BDENS

Avec le paramètre BDENS on introduit la densité du matériau de la bille. L'introduction se fait par valeur numérique dans l'unité $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Les densités possibles vont de $7.0000 \cdot 10^3$ bis $9.0000 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (Cf. annexe A; tableau des caractéristiques physiques).

33 BDIAM

Avec le paramètre BDIAM on introduit le diamètre de la bille utilisée pour la mesure. L'introduction se fait par valeur numérique dans l'unité mm. Les diamètres de bille possibles vont de 3,90 à 4,90 mm.

34 CDIAM

Ce paramètre est fixé en usine sur une DEFAULT VALUE. Il sert à déterminer le diamètre de la chambre de mesure sphérique virtuelle correspondante. Pour les tubes de mesure VR 200, VR 201 et VR 202 il n'est pas nécessaire de modifier ce paramètre.

C'est pourquoi cette valeur est interdite. Pour d'autres chambres de mesure on peut accéder à ce paramètre par le paramètre 33 BDIAM et en actionnant la touche "SEL".

Pour déterminer le diamètre efficace de la chambre de mesure sphérique on peut utiliser l'option 08 (Cf. également la section 2.8.8).

2.5.4 Paramètres de commutation

41 LIMITS

Le paramètre LIMITS permet de régler la fonction des points de commutation prévus. Les relais en question sont des relais inverseurs. L'état de commutation représenté sur la face arrière de l'instrument (fig. 9) est appelé position de repos. Les points de commutation sont qualifiés par LO et UP conformément aux inscriptions sur la face arrière de l'instrument. L'introduction se fait à l'aide de la touche "SEL" ou en introduisant une valeur numérique de 0 à 2 par le clavier. Les introductions suivantes sont possibles:

Touche 0 OFF Les points de commutation sont en position de repos quel que soit le réglage des paramètres LOLIM et UPLIM et la mesure respective.

Remarque

A partir de la version 3.3 les paramètres LOLIM et UPLIM sont interdits.

Touche 1 TRIG Les deux points de commutation LO et UP sont activés indépendamment l'un de l'autre, le point de commutation LO conformément à la valeur du paramètre LOLIM, le point de commutation UP conformément à la valeur du paramètre UPLIM. Le comportement détaillé est donnée dans la fig. 15. L'hystérésis respective est de 3 % du seuil réglé.

Touche 2 INTV Les points de commutation UP et LO travaillent parallèlement. Le comportement est décrit dans la fig. 15. L'hystérésis respective est de 3 % du seuil réglé. En mode INTVAL, si l'on introduit $UPLIM < LOLIM$ pour les paramètres UPLIM et LOLIM, on obtiendra le message d'erreur "PARAM SET ERROR" (Cf. également la section 2.17.1) si l'on essaye de sauvegarder le jeu de paramètres.

Remarque

Les deux points de commutation reviennent toujours en position de repos en cas de panne de courant, de mise hors circuit de l'instrument, quand le programme de mesure est arrêté et en cas d'erreur!

42 LOLIM

Avec ce paramètre LOLIM on peut introduire un seuil pour les deux points de commutation prévus. L'interprétation interne de cette introduction est décrite dans la section 41 LIMITS ci-dessus. L'introduction se fait par valeur numérique indépendamment de la dimension et de l'unité des mesures qui ont été fixées par les paramètres DISPLAY. Les valeurs possibles vont de $1.0000 \cdot 10^{-30}$ à $1.0000 \cdot 10^{30}$ zéro y compris. Il n'y a **pas** de conversion de la valeur mémorisée lors des changements de dimension ou d'unité.

43 UPLIM

Avec ce paramètre UPLIM on peut introduire un seuil pour les deux points de commutation prévus. L'interprétation interne de cette introduction est décrite dans la section 41 LIMITS ci-dessus. L'introduction se fait par valeur numérique indépendamment de la dimension et de l'unité des mesures qui ont été fixées par le paramètre DISPLAY. Les valeurs possibles vont de $1.0000 \cdot 10^{-30}$ à $1.0000 \cdot 10^{30}$ zéro y compris. Il n'y a **pas** de conversion de la valeur mémorisée lors des changements de dimension ou d'unité.

Remarque (à partir de la version 3.3)

- Pour l'introduction des paramètres LOLIM et UPLIM, la touche "SEL" permet de charger la mesure courante afin de l'éditer ou de l'accepter directement avec la touche STOR. Le curseur clignote sur la première position.

- Si aucune mesure n'est (pas encore) disponible, on obtient le message: NO PRESENT VALUE.

2.5.5 Paramètres de sortie

51 OUTPUT

Le paramètre OUTPUT règle le comportement de la sortie analogique intégrée. Le réglage se fait par la touche "SEL" ou l'introduction d'une valeur numérique de 0 à 2 par le clavier. Les introductions suivantes sont possibles:

Touche 0 OFF La sortie analogique est passive. La tension de sortie est nulle.

Remarque

Les paramètres ZERO et FSCAL sont interdits à partir de la version 3.3 du logiciel.

Touche 1 LIN La sortie analogique est active. La

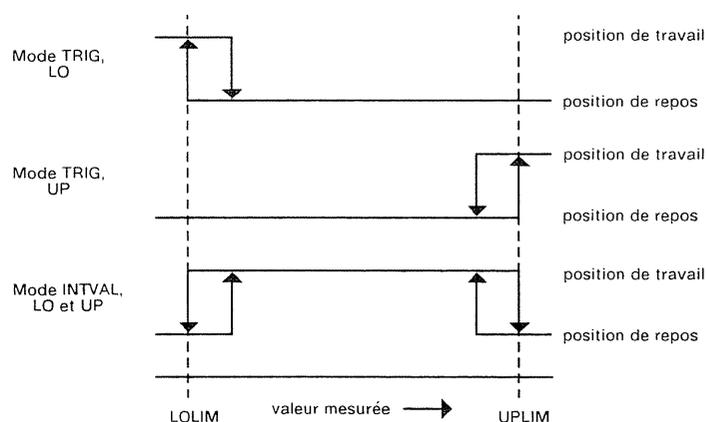


Fig. 15 Diagramme fonctionnel des points de commutation



tension de sortie de 0 à 10 V est en relation linéaire avec la gamme de valeurs réglée par les valeurs ZERO et FSCAL.

Touche 2 LOG La sortie analogique est active. La tension de sortie de 0 à 10 V est en relation logarithmique avec la gamme des valeurs réglée par les paramètres ZERO et FSCAL.

52 ZERO

Le paramètre ZERO définit la limite inférieure de la gamme des valeurs avec laquelle la tension de sortie est en relation de la façon fixée par le paramètre OUTPUT. Cette introduction se fait par une valeur numérique indépendante de la dimension et de l'unité des mesures fixées par le paramètre DISPLAY. Les valeurs possibles vont de $1.0000 \cdot 10^{-30}$ à $1.0000 \cdot 10^{30}$ zéro y compris. Il n'y a **pas** de conversion de la valeur mémorisée lors des changements de dimension ou d'unité.

Lors de la sauvegarde du jeu de paramètres on obtient le message d'erreur "PARAM SET ERROR" si la valeur du paramètre ZERO est plus grande ou égale à celle du paramètre FSCAL ou si elle est égale à 0 pour une sortie logarithmique (Cf. également la section 2.17.1).

53 FSCAL

Le paramètre FSCAL détermine la limite supérieure de la gamme des valeurs avec laquelle la tension de sortie est en rapport de la façon définie par le paramètre OUTPUT.

Cette introduction se fait par une valeur numérique indépendante de la dimension et de l'unité des mesures fixées par le paramètre DISPLAY. Les valeurs possibles vont de $1.0000 \cdot 10^{-30}$ à $1.0000 \cdot 10^{30}$ zéro y compris. Lors de la sauvegarde du jeu de paramètres on obtient le message d'erreur "PARAM SET ERROR" si des valeurs plus grandes ou égales au paramètre ZERO sont introduites (Cf. également la section 2.17.1). Il n'y a **pas** de conversion de la valeur mémorisée lors des changements de dimension ou d'unité.

Remarque

- Pour l'introduction des paramètres ZERO et FSCAL, la touche "SEL" permet de charger la mesure courante afin de l'éditer ou de l'accepter directement avec la touche STOR. Le curseur clignote sur la première position.
- Si aucune mesure n'est (pas encore) disponible, on obtient le message: NO PRESENT VALUE.

2.5.6 Paramètres d'imprimante

61 PRINT

Le paramètre PRINT permet de régler le travail de l'imprimante lors des sorties de mesures. L'introduction se fait par la touche "SEL" ou par une valeur numérique entre 0 et 4 au moyen du clavier. Les introductions suivantes sont possibles:

Touche 0 OFF L'imprimante est passive. Une sortie de mesures sur l'imprimante est impossible.

Touche 1 SING L'imprimante est active. Si elle est lancée pendant une mesure par l'actionnement de la touche "PRT", elle imprime la date, le numéro du programme, le numéro courant et une mesure. A partir de la version 3.3 du logiciel elle imprime également l'heure.

Touche 2 CONT L'imprimante est active. Si elle est lancée pendant une mesure par l'actionnement de la touche "PRT", elle imprime la date, le numéro du programme, le numéro courant et ensuite elle imprime les mesures continuellement jusqu'à l'actionnement de la touche Stop.

Touche 3 SAMP L'imprimante est active. Si elle est lancée pendant une mesure par l'actionnement de la touche "PRT", elle imprime la date, le numéro du programme, le numéro courant et ensuite elle imprime un nombre de mesures fixé par le paramètre SAMP.

Remarque

L'introduction de SAMP est superflue à partir de la version 3.3 du logiciel.

Touche 4 STAT Comme pour SAMP, mais en plus des mesures elle imprime les grandeurs statistiques tirées de ces mesures comme la valeur moyenne (MEAN VAL), la déviation standard (STD DEV) et la différence maximale des valeurs (MAX DIF).

A partir de la version 3.3 du logiciel, elle imprime également la déviation moyenne (MEAN STD) et la déviation maximale par rapport à la valeur moyenne (MEAN DEV) au lieu de la plus grande différence des valeurs.

La déviation standard moyenne se calcule en divisant la déviation standard par la racine de n (n = nombre des mesures).

Remarque

A partir de la version 3.3 du logiciel l'ancienne fonction par touche SAMP et STAT est réalisée par l'introduction avec la touche 3. La touche 4 n'a plus de signification.

Le numéro courant Il sert à numéroter et identifier les diverses sorties de mesures sur l'imprimante. Ce numéro est remis à zéro à la mise en circuit de l'appareil ou à l'introduction d'une nouvelle date. Il est augmenté d'une unité au début de chaque sortie sur imprimante et imprimé avant les mesures, p.ex. No. 1234.

Remarque

A partir de la version 3.3 du logiciel, le numéro courant est remis à zéro à 0 heure par l'horloge intégrée.

D'autre part l'instruction d'impression provoque la sortie de l'heure sur l'imprimante.

62 INTVL

Ce paramètre permet de régler les intervalles d'impression. Les valeurs possibles vont de 1 à 999 minutes (en nombres entiers). La minuterie est désactivée pour la valeur 0.

63 SAMP

Le paramètre SAMP définit le nombre des mesures qui seront imprimées par l'imprimante en mode SAMP ou STAT pendant un cycle de travail. L'introduction se fait par valeur numérique. Les nombres entiers possibles vont de 3 à 999.

2.6 Instructions résumées pour le service de VISCOVAC VM 212

Les sections suivantes présentent quelques instructions de service simples. Elles permettent d'utiliser les fonctions de base de VISCOVAC VM 212.

Quelques indications sont nécessaires pour que VISCOVAC VM 212 puisse mesurer, p. ex.

- la dimension désirée et l'unité de la mesure à sortir (DISPLAY),
- la masse moléculaire relative du gaz à mesurer (MOLWT) ou
- le diamètre de la bille utilisée (BDIAM).

2.6.1 Lancement et arrêt d'une mesure

Lorsque l'instrument est en circuit, on lance une mesure par la succession des touches:

PROG → n → n → RUN

Les n représentent les deux chiffres du numéro de programme.

VISCOVAC VM 212 répond à cette instruction par

"RUNNING PROG {nn}".

Cette indication persiste jusqu'à l'apparition de la première mesure dans le champ d'affichage.

Pour terminer une mesure il suffit d'actionner la touche "STOP".

VISCOVAC VM 212 termine alors la mesure et répond par

"READY".

2.6.2 Lire et modifier des paramètres

Pour lire ou modifier des paramètres d'un programme avec lequel on vient juste de mesurer il faut actionner la touche "PARA".

VISCOVAC VM 212 répond à cette instruction en indiquant le paramètre 11, p. ex.

DISPLAY = MBAR

ou, à partir de la version 3.3 du logiciel, avec le dernier paramètre appelé.

On obtient les autres paramètres en actionnant plusieurs fois les touches curseur haut ou curseur bas.

Pour lire ou modifier les paramètres mémorisés comme programme {nn} dans VISCOVAC VM 212 il faut introduire la séquence de touches suivante avant d'actionner la touche "PARA":

PROG → n → n → RUN → STOP

VISCOVAC VM 212 répond à cette séquence par

"RUNNING PROG {nn}",

mais arrête immédiatement la mesure et signale alors

"READY".

Un paramètre dont l'affichage a été provoqué comme ci-dessus peut être modifié. Pour les paramètres DISPLAY (11), LIMITS (41), OUTPUT (51), PRINTER (61), IMAGE et AUTOMATIC la modification s'obtient en choisissant



parmi les possibilités indiquées à l'aide de la touche "SEL" ou par les touches 0 à 9. VISCOVAC VM 212 répond à la modification d'un paramètre par le clignotement d'un signe =. Ce clignotement s'arrête dès que la modification est confirmée par la touche "STOR".

On peut modifier les autres paramètres (sauf DATE et TIME) en introduisant une nouvelle valeur numérique. La modification est alors signalée par le clignotement du dernier chiffre introduit. Confirmez alors la modification en actionnant la touche "STOR". L'introduction est alors convertie dans le format d'affichage correspondant au paramètre et indiqué sans clignotement. Une introduction inadmissible est signalée par le clignotement de tous les chiffres introduits. Il faut alors répéter l'introduction correctement.

Pour modifier la date et l'heure (paramètres DATE et TIME) on place le curseur avec les touches gauche ou droite sur la position à modifier. La date désirée se règle en introduisant des chiffres, soit avec la touche "SEL" pour le mois, soit par les touches du clavier numérique (Cf. section 2.5.1). Ici aussi il faut confirmer avec la touche "STOR".

La modification de la date, de l'heure et des paramètres IMAGE et AUTOMATIC sont efficaces immédiatement après la confirmation décrite ci-dessus.

Pour utiliser les autres paramètres modifiés pour une mesure, il faut mémoriser le jeu des paramètres modifiés, par la séquence des touches

« PROG → n → n → STOR »

sous le numéro {nn} choisi dans la mémoire programme. Toutes les modifications sont perdues si on ne mémorise pas comme ceci.

Pour les appareils à partir de la version 3.3 du logiciel, les modifications de paramètres de programmes sont acceptées à la fois dans la mémoire programme et la mémoire de travail en actionnant la touche "RUN". Les paramètres modifiés sont donc immédiatement actifs.

2.6.3 Impression d'un programme

La séquence des touches "PROG → n → n → PRT" provoque l'impression d'un programme. La mesure en cours n'en est pas interrompue. Par contre l'impression est interrompue par une nouvelle instruction.

2.6.4 Impression de mesures

Les mesures peuvent être imprimées en actionnant la touche "PRT" pendant la mesure à condition que le paramètre 61 "PRINT" du programme utilisé ne contienne pas la valeur "OFF" et que l'imprimante (interne/externe) désirée soit sélectionnée dans l'option 02. Un exemple est montré dans la fig. 13.

2.6.5 Réglage de la sortie analogique

La sortie analogique se règle en fixant les paramètres de sortie 51-53 décrits dans la section 2.5.5.

OUTPUT échelle linéaire ou logarithmique.

ZERO point zéro de l'échelle (correspond à 0 V).

FSCAL déviation totale de l'échelle (correspond à 10 V).

2.6.6 Réglage des points de commutation

Les points de commutation se règlent en fixant les paramètres de commutation 41 à 43 décrits dans la section 2.5.4.

LIMITS: mode trigger (TRIG) ou mode intervalle (INTV).

Mode trigger

LOLIM: seuil du point de commutation LO.

UPLIM: seuil du point de commutation UP.

Mode intervalle

UPLIM > LOLIM: LOLIM et UPLIM limitent l'intervalle pour l'hystérésis de rétrocommutation des points de commutation UP et LO travaillant en parallèle.

LOLIM > UPLIM: Cette introduction n'a pas de sens, elle est donc impossible.

2.6.7 Programme fixe

VISCOVAC VM 212 est équipé d'un programme conservé dans une mémoire fixe (EPROM). Ce programme fixe a pour but de donner à la mémoire programme un jeu de paramètres interprétables par VISCOVAC VM 212 lorsque les données de cette mémoire assurée par pile tampon sont perdues.

Si VISCOVAC VM 212 indique PROG NOT DEFINED quand on essaye de lancer un programme (la pile de la mémoire programme s'est vidée pendant l'entreposage) il faut charger le programme fixe dans la mémoire programme par la séquence des touches:
PROG → STORE.

Le programme fixe permet d'exécuter une mesure sans que l'on se soit occupé des divers paramètres et de leur réglage. Les paramètres du gaz du programme fixe sont choisis pour des mesures avec l'argon.

2.7 Mise hors circuit de l'instrument

Il faut freiner la bille avant de mettre VISCOVAC VM 212 hors circuit pour que la bille ne soit pas en rotation quand elle se pose, c.-à-d. pour assurer la meilleure reproductibilité des mesures possible pendant la grande durée de vie de la bille. Ce freinage s'obtient en actionnant la touche STOP (Cf. section 2.4.3). Le message BALL STOPPED apparaît lorsque le freinage de la bille est suffisant. L'instrument peut alors être mis hors circuit.

Remarque

La suspension de la bille est également arrêtée lorsqu'on met l'instrument hors circuit par l'interrupteur secteur. Une valeur offset précédemment définie est alors perdue.

2.8 Options logicielles

Les options logicielles font partie de l'équipement standard de VISCOVAC VM 212. On en compte huit actuellement.

Le principe d'utilisation des options est conçu pour que de nouvelles fonctions futures puissent être intégrées sous forme de nouvelles options sans perturber les anciennes.

Les options logicielles sont appelées par l'instruction `OPT → {nn} → RUN`. {nn} représente les chiffres du numéro de l'option. L'option sélectionnée est tout de suite indiquée dans l'affichage. On la quitte avec RUN ou STOP.

Il est possible de choisir entre huit options:

- Option 01 indication de contrôle
- Option 02 sortie de données et télécommande de l'instrument
- Option 03 configuration de l'interface IEEE 488
- Option 04 configuration de l'interface RS 232 C
- Option 05 option de service
- Option 06 configura. des entrées de télécommande et des sorties de signaux d'état "REM CTRL"
- Option 07 détermination de la viscosité efficace
- Option 08 détermination du diamètre efficace de la chambre de mesure sphérique

Si on appelle une option avec un numéro plus grand que 08 VISCOVAC VM 212 répond "NOT INSTALLED" ou "INVALID NUMBER" si le numéro est plus grand que 16.

2.8.1 Option 01 - indication de contrôle

L'option 01 sert à contrôler la fréquence (FRQ) et la dispersion du signal (Signal Scatter SSC), notamment pendant la mesure. A partir de la version 3.3 on peut lire également le temps de mesure.

La fréquence (FRQ) est indiquée en Hz et la dispersion (SSC) en USEC (=microseconde). Le Signal Scatter SSC est la dispersion du chronométrage primaire et représente ainsi la perturbation du signal de mesure.

Les très bonnes valeurs sont < 1 . On rencontre des valeurs de 10 et plus lorsque la mesure est fortement perturbée, p. ex. par des vibrations du groupe de pompage. Il faut cependant remarquer qu'il n'y a pas de corrélation certaine entre la dispersion et la déviation standard lors de la mesure proprement dite, c.-à-d. une petite dispersion est une condition nécessaire mais pas suffisante pour une petite incertitude de la mesure (Cf. également sections 2.13, 2.15 et 2.16).

Pour le temps de mesure (MTIME), il s'agit soit de sa valeur fixe introduite, soit de sa valeur actuelle en mode adaptation automatique du temps de mesure.

L'opération proprement dite:

Si on lance l'option 01 - comme décrit ci-dessus - par l'instruction `OPT → 0 → 1 → RUN`, on obtient la fréquence du signal. Avec les touches "curseur haut" et "curseur bas" ou "SEL" on commute entre les grandeurs FRQ et SSC.

Une mesure en cours n'est pas interrompue par le choix de l'option, c.-à-d. que l'imprimante, les sorties analogiques et de commutation restent alimentées. Seule la sortie des mesures sur l'affichage est interdite. La mesure continue sans interruption quand on quitte l'option 01 en actionnant la touche STOP. Les valeurs sont de nouveau indiquées dans l'affichage.

Si l'option 01 est choisie dans l'état de base, c.-à-d. pas en mode mesure, seule l'indication de la fréquence est valable, celle de la dispersion n'est pas actualisée dans ce cas, il s'agit d'une ancienne valeur quelconque sans signification.

2.8.2 Option 02 - sortie de données et télécommande de l'instrument

Après l'appel de l'option 02, l'affichage indique le type de **sortie de données**. Elle peut être programmée par la touche "SEL" ou par les touches 0 à 3 du clavier numérique. Les choix suivants sont disponibles:

Touche 0 PRINTER = PARL sortie de données par l'interface imprimante Centronics (9/2).

Touche 1 PRINTER = SERL sortie de données par l'interface RS 232 C (9/3).

Touche 2 PRINTER = GPIB sortie de données par l'interface IEEE 488 (9/4).

Touche 3 PRINTER = INTL sortie de données par l'imprimante interne (option).

Si l'on essaye de régler SERL ou GPIB et que ce réglage est déjà fait pour REM CNTRL (ou PRINTER) on obtient le message "USED FOR REM CTL" ou "USED FOR PRINTER".

Le curseur vertical permet de régler la **télécommande de l'instrument** par une interface. Le réglage se fait par la touche "SEL" ou par les touches 0 à 2 du clavier numérique. Les choix suivants sont possibles:

Touche 0 REM CNTRL = OFF télécommande hors circuit.

Touche 1 REM CNTRL = SERL télécommande par interface RS 232 C (9/3).

Touche 2 REM CNTRL = GPIB télécommande par interface IEEE 488 (9/4).

2.8.3 Option 03 - configuration de l'interface IEEE 488

L'option 03 permet de régler les adresses de l'instrument et les sorties de caractères de fin.

Après l'appel de l'option 03, l'affichage indique d'abord l'adresse de l'instrument:

GPIB ADRS {nn} {nn} représente des valeurs entre 1 et 30 réglables par le clavier



Le curseur vertical permet de commuter sur le réglage de caractère de fin. Il s'effectue par la touche "SEL" ou les touches 0 à 6 du clavier numérique.

Les choix suivants sont possibles:

Touche 0 NONE (pas de caractère de fin; uniquement Bus-Signal END)

Touche 1 ETX

Touche 2 LF

Touche 3 CR

Touche 4 ETB

Touche 5 CRLF

Touche 6 LFCR

Remarque

Tous les caractères de fin (séquence) de la liste sont toujours reconnus. Le réglage ne concerne que la **sortie en mode dialogue** (REM CNTRL = GPIB). En mode imprimante (PRINTER = GPIB) CRLF est toujours sorti indépendamment du réglage.

2.8.4 Option 04 - configuration de l'interface RS 232 C

Cette option permet de régler les paramètres de l'interface tels que vitesse de transmission, Parity, XON/XOFF et le type du caractère de fin.

Le curseur vertical permet de commuter successivement ces paramètres d'interface qui sont programmables par la touche "SEL" ou par différentes touches numériques.

Vitesse de transmission

Touche 0	110
Touche 1	300
Touche 2	600
Touche 3	1200
Touche 4	2400
Touche 5	4800
Touche 6	9600
Touche 7	19200

PARITY

Touche 0	NONE
Touche 1	EVEN
Touche 2	ODD

XON / XOFF

Touche 0	OFF
Touche 1	ON

END SIGN

Touche 0	ETX
Touche 1	LF
Touche 2	CR
Touche 3	ETB
Touche 4	CRLF
Touche 5	LFCR

Remarque

Pour les caractères de fin, les conditions indiquées dans la section 2.8.3 restent valables.

2.8.5 Option 05 - Option de service

L'utilisation de l'option 05 devrait rester exceptionnelle. Elle permet d'agir directement et d'une façon pratiquement manuelle sur la suspension et l'entraînement de la bille. Comme les instructions introduites de cette manière ne sont pas contrôlées par une logique interne il est donc possible p. ex. de déposer une bille tournant à grande vitesse. Il faut donc la plus grande prudence notamment quand on utilise des billes calibrées (le paramètre de bille σ peut être légèrement modifié lors d'une telle chute de la bille).

L'appel de l'option 05 arrête une mesure en cours car cette option permet d'agir directement sur le mouvement de la bille.

L'opération proprement dite:

Lorsqu'on lance l'option 0 - comme décrit ci-dessus - par l'instruction OPT \rightarrow 0 \rightarrow 5 \rightarrow RUN, on obtient au bout d'environ 2 secondes l'indication "MANUAL BALL CRTL" dans l'affichage. VISCOVAC VM 212 attend alors une introduction. Celle-ci se fera par les quatre touches du curseur et la touche "SEL". Elles ont les significations suivantes:

curseur haut	suspendre la bille (réponse de VM 212: SUSP ON)
curseur bas	poser la bille (réponse de VM 212: SUSP OFF)
curseur droite	entraîner la bille vers l'avant (réponse de VM 212: DRIVING FWD)
curseur gauche	entraîner la bille vers l'arrière (réponse de VM 212: DRIVING REV)
SEL	couper l'entraînement et indiquer la fréquence du signal.

La fréquence de la bille est également indiquée au bout de 2 s après les instructions données au moyen du curseur. Ceci est particulièrement intéressant pour suivre la fréquence de la bille pendant son entraînement. Il est alors possible d'interrompre l'accélération au moment désiré en actionnant la touche SEL.

2.8.6 Option 06 - configuration des entrées de télécommande et des sorties des signaux d'état "REM CTRL"

Cette option 06 permet de programmer deux entrées de télécommande et deux sorties de signaux d'état accessibles par le connecteur REM CTRL (9/12) de la face arrière de l'instrument.

Après l'appel de l'option 06, l'affichage indique:

RI FUNCT 1 = aaaaa

Cette indication se rapporte à l'**entrée de télécommande 1**. Le choix des télécommandes suivantes est possible par la touche "SEL" ou par les touches 0 à 3 du clavier numérique:

Touche 0	OFF	l'entrée n'est pas active. Si elle est excitée on obtient le message RI FUNCT 1 OFF.
		Il est ainsi possible de contrôler le raccordement sans déclencher une fonction de mesure.



Touche 1 RUN le dernier programme sélectionné est lancé. Même fonction que la séquence des touches PROG RUN.

Touche 2 TRIG entrée d'impulsion pour déclencher la prochaine mesure lorsque l'instrument se trouve en mode HOLD. Son utilisation n'est donc valable qu'avec la fonction RI FUNCT 2 = HOLD.

Remarque

Même fonction que les instructions d'interface SMH W1 (RS 232 C) ou GET (bus IEC).

Touche 3 PRINT déclenche une instruction d'impression. Même fonction que la touche PRT en service mesure.

L'affectation à l'entrée de télécommande 2 se fait après l'actionnement de la touche de commande verticale du curseur. L'affichage indique:

RI FUNCT 2 = aaaaa

Ici aussi divers réglages de télécommande sont possibles:

Touche 0 OFF l'entrée n'est pas active. Si elle est excitée on obtient le message RI FUNCT 2 OFF.

On peut ainsi contrôler le raccordement sans déclencher une fonction de mesure.

Touche 1 STOP arrêt du service mesure et freinage de la bille jusqu'à l'arrêt. Contrairement à la touche STOP qui effectue une sorte de fonction ESCAPE, l'entrée travaille directement comme une fonction STOP pour le capteur. Une deuxième activation de l'entrée n'interrompt donc pas une opération stop commencée comme ce serait le cas pour la touche "STOP".

Touche 2 HOLD commute l'état HOLD. Dans l'état HOLD la mesure actuelle est gelée sur l'affichage et la sortie analogique. Dans l'état HOLD OFF les mesures sont de nouveau actualisées. Les entrées TRIG et HOLD sont des entrées d'impulsions, une activation permanente bloquerait les fonctions.

Remarque

Même effet que les instructions SMH W 0 ou SMH W 2.

Touche 3 ACCEL accélération ultérieure ou redémarrage de la bille si nécessaire, avec reprise de la mesure. Contrairement à RUN le programme n'est pas activé. L'indication RUNNING PROG {nn} apparaît s'il faut redémarrer la bille.

Peut être utilisée en mode AUTOMATIC OFF pour accélérer la bille après l'apparition du message SIGNAL LOW et l'activation de la sortie d'état SIGNAL.

L'affectation à l'entrée de signal 1 se fait en actionnant encore une fois la touche de commande verticale du curseur. L'affichage indique:

RI OUTPT 1 = aaaaa

Ici aussi divers réglages sont possibles (Cf. également la fig. 16):

Touche 0 PWRFL le réglage est défini à la mise en circuit, pendant l'initialisation de l'instrument et reste défini jusqu'à l'exécution de la fonction RUN, c.-à-d. touche RUN, entrée RUN ou instruction RUN de l'interface. Le redémarrage après une panne du secteur ne redéfinit pas le signal PWRFL.

Touche 1 ERROR est défini à l'occurrence d'un message d'erreur comme SUSP FAILED, BALL SIGNAL etc. et effacé à nouveau par la fonction RUN. Après la mise en circuit, ERROR n'est pas défini.

Touche 2 SIGNAL une combinaison du message SIGNAL LOW (vitesse du rotor sous la vitesse minimale) dans le mode AUTOMATIC = OFF et de l'indication sur la plaque frontale SIGNAL (vitesse du rotor pas traitable). Est annulé lorsque la vitesse du rotor est revenue dans la gamme de consigne après l'accélération.

Touche 3 STOP est défini lorsque la bille a été freinée (fonction STOP). Correspond à l'indication BALL STOPPED.

Pour la sortie de signal 2 l'affichage indique:

RI OUTPT 2 = aaaaa

Les choix suivants sont alors possibles (Cf. fig. 16):

Touche 0 BUSY est active tant qu'une mesure est en préparation, même pendant la montée en régime de la bille. Elle est désactivée dès qu'une mesure est prête et réactivée lorsque la bille est à nouveau accélérée ou que la prochaine mesure commence.

Touche 1 MEAS est active dès qu'une mesure est disponible et désactivée quand la prochaine mesure commence. Durée dépendante de l'état interne et de la vitesse du rotor, quelques 100 ms environ.



Touche 2 READY est active tant que VM 212 est dans l'état READY, p. ex. par l'actionnement de la touche "STOP", après des erreurs ou après la mise en circuit lorsque l'indication de la date apparaît. Dans cet état il n'y a pas de mesure en préparation.

Touche 3 RUN est active tant que VM 212 est dans l'état RUN, soit par la fonction RUN (touche, entrée, instructions d'interface), soit par redémarrage automatique. Cet état suppose des mesures.

2.8.7 Option 07 - détermination de la viscosité efficace (à partir de la version 3.3)

Cette option permet de mesurer la viscosité avec VISCOVAC VM 212. Il faut alors régler

- la décélération relative comme grandeur de sortie (paramètre 11 DISPLAY = DCR)
- la température (paramètre 21 TEMP) avec la plus grande précision et
- la pression de saturation approximativement.

Pour le calcul de VISC on utilise la valeur moyenne si une statistique a été imprimée ou la valeur actuelle de DCR. Le réglage "VISC + n.nnnnE-nn" apparaît avec la valeur de VISC. Le curseur clignote sur la première position. Ce réglage peut être édité ou accepté directement dans le programme avec STOR.

On calcule la viscosité avec la formule:

$$VISC = \frac{((DCR - OFFST) \cdot BDIAM^2 \cdot BDENS)}{cg \cdot 6 \cdot 10^7} \text{ mit}$$

$$cg = \frac{1}{1 - \left(\frac{BDIAM}{CDIAM}\right)^3}$$

Si la mesure ne se fait pas en mode DCR, on obtient le message:

IN DCR MODE ONLY

Si aucune valeur n'est (pas encore) disponible pour DCR, on obtient le message:

NO PRESENT VALUE

2.8.8 Option 08 - détermination du diamètre efficace de la chambre sphérique (à partir de la version 3.3)

Cette option permet de calculer le diamètre efficace de la chambre sphérique CDIAM. Pour l'option 08, il faut réunir les mêmes conditions que pour l'option 07 (Cf. section 2.8.7).

On obtient le réglage "CDIAM n.nnnn".

On calcule CDIAM par la formule:

$$CDIAM = \frac{BDIAM}{\left(1 - \frac{1}{x}\right) \cdot 0,3333333} \text{ mit}$$

$$x = \frac{((DCR - OFFST) \cdot BDIAM^2 \cdot BDENS)}{VISC \cdot 6 \cdot 10^7}$$

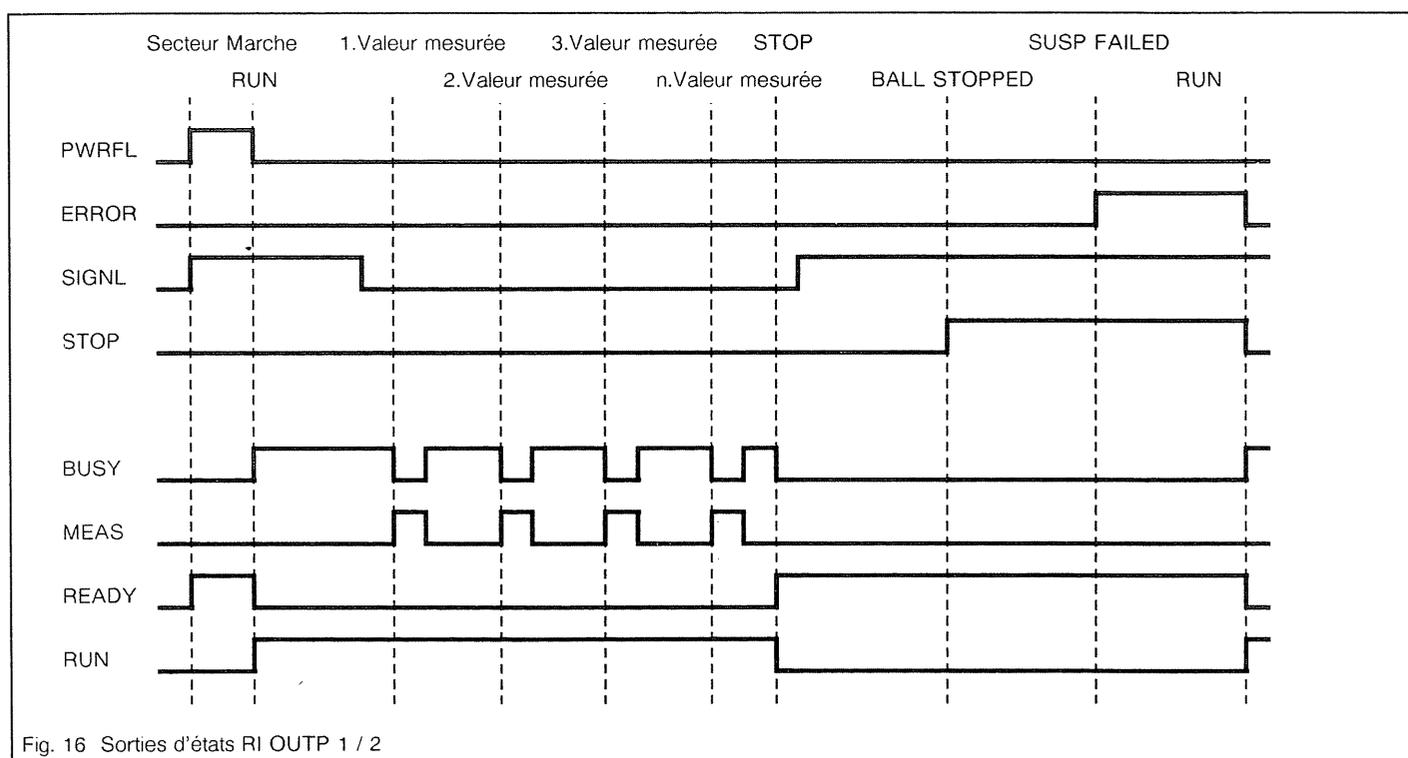


Fig. 16 Sorties d'états RI OUTP 1 / 2

2.9 Influence de la surface de la bille sur la friction du gaz (coefficient de friction)

L'intensité du freinage d'une bille en rotation par les atomes ou molécules de gaz qu'elle rencontre dépend entre autres de la rugosité de la surface de la bille. Cette rugosité est décrite comme coefficient de friction et introduite comme paramètre σ dans les programmes de mesure.

Le coefficient de friction peut prendre des valeurs entre 0 et $4/\pi = 1.273$, où 0 signifie une surface parfaitement lisse et $4/\pi$ une rugosité maximale. Dans le cas des billes livrées avec le capteur VK 201 ou comme accessoires, il s'agit de billes lisses pour roulements. Leur coefficient de friction pour tous les gaz est de 1.0 avec une incertitude d'env. 3 %.

On peut réduire cette incertitude à 1,5 % par un calibre DKD (Cf. section 1.4.2). Le coefficient de friction pour billes rugueuses est au-dessus de 1 et doit absolument être déterminé par calibrage.

2.10 L'offset

Grâce à la suspension magnétique, la bille en rotation ne subit aucune friction mécanique. Même pour des pressions sous $1 \cdot 10^{-8}$ mbar on constate cependant une décélération sensible de la bille qui correspond dans le cas normal à une pression de gaz d'environ 1 à $5 \cdot 10^{-6}$ mbar. Le freinage qui correspond à cette indication résiduelle a principalement les causes suivantes:

- l'asymétrie du moment magnétique de la bille par rapport au champ magnétique de la suspension et donc par rapport à l'axe de rotation;
- la perte d'énergie due au prélèvement du signal.

La dernière cause a comme conséquence que les billes qui fournissent des signaux importants (mesurables à la sortie signal "SCOPE") provoquent une indication résiduelle particulièrement forte.

L'indication résiduelle décrite ci-dessus est appelée offset. Lorsqu'on a déterminé l'offset d'une bille en mesurant avec une pression de gaz suffisamment basse (Cf. ci-dessus), on peut introduire cette valeur comme paramètre 13 dans le programme de mesure. Elle sera automatiquement soustraite des valeurs mesurées pour les pressions; la valeur indiquée alors ne représente que l'effet de la friction du gaz. Il en découle pour l'incertitude de la mesure et donc pour la limite inférieure de la gamme de mesure possible que le facteur déterminant n'est pas la grandeur absolue de l'offset mais sa stabilité et sa reproductibilité. Ainsi des offsets légèrement différents sont possibles p. ex. pour plusieurs suspensions. Cependant des incertitudes inférieures à $1 \cdot 10^{-7}$ mbar sont possibles selon la bille utilisée.

2.11 Les diverses grandeurs de sortie

La décélération relative $-v/v$ décrite par l'équation (3) dans la section 1.3.2 est appelée DCR (Deceleration Rate) dans VISCOVAC VM 212 et représente la

grandeur effectivement mesurée. Toutes les autres grandeurs sorties sont calculées à partir d'elle en utilisant des constantes générales de physique et des paramètres du matériau tant du gaz que de la bille également. Ces paramètres de matériau font partie de chaque programme de mesure (Cf. section 2.5). La liste ci-après indique les rapports entre la grandeur primaire DCR et les autres grandeurs de sortie sélectionnables sur VISCOVAC VM 212:

Densité de flux:

$$J_N = \frac{d_B \cdot \rho_B \cdot N_A}{10 \cdot \sigma \cdot M} \cdot \text{DCR}$$

Densité du gaz:

$$\rho_{\text{HOG}} = \frac{d_B \cdot \rho_B}{10 \cdot \sigma} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \pi \cdot M}{R \cdot T}} \cdot \text{DCR}$$

Densité de particules:

$$N = \frac{N_A \cdot d_B \cdot \rho_B}{10 \cdot \sigma} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \pi}{M \cdot R \cdot T}} \cdot \text{DCR}$$

Libre parcours moyen:

$$L = \frac{5 \cdot \sigma \cdot \eta}{d_B \cdot \rho_B} \cdot \text{DCR}$$

Temps de formation d'une monocouche:

$$T_{\text{MON}} = \frac{40 \cdot \sigma \cdot \pi}{d_B \cdot \rho_B} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot M}{R \cdot T}} \cdot \text{DCR}$$

Débit massique:

$$J_M = \frac{d_B \cdot \rho_B}{10 \cdot \sigma} \cdot \text{DCR}$$

R = constante générale des gaz (Cf. également l'annexe A)

N_A = constante d'Avogadro (Cf. également l'annexe A)

d_B = diamètre de la bille

ρ_B = densité de la bille

σ = coefficient de friction

M = masse moléculaire relative

T = température absolue

η = viscosité du gaz

2.12 Traitement de mélanges gazeux

La mesure de la pression gazeuse ou des autres grandeurs de sortie est également possible pour des mélanges gazeux quand la masse moléculaire relative moyenne et - pour les pressions plus élevées - la valeur correspondante de la viscosité sont connues. Pour l'air ces valeurs se trouvent dans le tableau de l'annexe A.

2.12.1 La masse moléculaire relative effective

Lorsque la masse moléculaire relative effective pour le mélange gazeux n'est pas connue, il est possible de la calculer. Il vous suffit de connaître les composants du



mélange et les proportions de chaque composant. Si a_i est la proportion relative du gaz i d'une masse moléculaire M_i on obtient:

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots = 1$$

En conséquence de l'équation (1) de la section 1.3.2 la moyenne exacte doit avoir la forme

$$\sigma \cdot \sqrt{M} = a_1 \cdot \sigma_1 \cdot \sqrt{M_1} + a_2 \cdot \sigma_2 \cdot \sqrt{M_2} + a_3 \cdot \sigma_3 \cdot \sqrt{M_3} + \dots$$

σ_i étant le coefficient de friction spécifique au gaz i . L'annexe A montre cependant que les valeurs de σ_i ne varient souvent que très peu d'un gaz à l'autre, de sorte qu'on peut donner une forme générale à l'équation

$$\sqrt{M} = a_1 \cdot \sqrt{M_1} + a_2 \cdot \sqrt{M_2} + a_3 \cdot \sqrt{M_3} + \dots$$

2.12.2 La viscosité effective

Pour la détermination de la viscosité effective d'un mélange gazeux il n'est pas possible d'indiquer une formule simple comme dans le cas du poids moléculaire relatif (Cf. section 2.12.1). On dispose toutefois de plusieurs méthodes pour obtenir des informations sur la viscosité effective d'un mélange gazeux. Pour des mesures à des pressions de gaz inférieures à $1 \cdot 10^{-2}$ mbar la viscosité n'est pas nécessaire (vous pouvez introduire 0.000). Il n'y a exception que si vous choisissez comme grandeur de sortie le libre parcours moyen ou le temps de formation d'une monocouche (Cf. section 2.11). La première information sur la viscosité effective d'un mélange gazeux s'obtient en observant la viscosité des composants gazeux. Comme le montre le tableau des caractéristiques physiques (annexe A), les viscosités des différents gaz ne sont pas très différentes.

Il est souvent possible de déduire de façon sensiblement correcte la viscosité effective du mélange gazeux à partir des valeurs relatives à ces composants. La viscosité effective de l'air indiquée dans ce tableau en est un exemple.

A l'aide de l'option 07, VM 212 peut mesurer la viscosité (Cf. section 2.8.7).

2.13 Effets de la température

L'erreur de mesure résultant d'une température divergent de celle introduite tout en restant constante pendant la mesure est petite et même souvent négligeable (Cf. [10]). Par contre les erreurs dues à des variations de température pendant la mesure ont de l'importance. Il peut ainsi arriver, lors du refroidissement de la bille, que l'effet de pirouette (maintien de l'impulsion de rotation) soit plus fort que la friction du gaz et que la vitesse rotative de la bille augmente. Ce qui se manifeste par des indications de pressions négatives. La déviation p_T de l'indication de pression par fluctuation de température se calcule avec

$$p_T = \alpha \cdot \frac{d_B \cdot \rho_B}{5 \cdot \sigma} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \pi \cdot R T}{M}} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

avec $\Delta T/\Delta t$ = variation de température dans le temps
 α = coefficient de dilatation thermique de la bille.

2.14 La linéarisation à des pressions de gaz élevées

Pour les fortes pressions la friction du gaz est pratiquement indépendante de la pression. Elle augmente proportionnellement à la pression pour les pressions inférieures à env $1 \cdot 10^{-2}$ mbar. A des pressions plus élevées elle se rapproche d'une valeur limite qui, exprimée en équivalent de pression, se situe entre 0,1 et 1 mbar selon la nature du gaz. Théoriquement la courbe de dépendance devrait avoir une allure asymptotique toutefois en pratique la géométrie ne permet cette allure que de façon approximative. les courbes ont été calculées avec la formule

$$p_i = p_{i,max} \cdot (1 - \exp \frac{-p_r}{p_{i,max}})$$

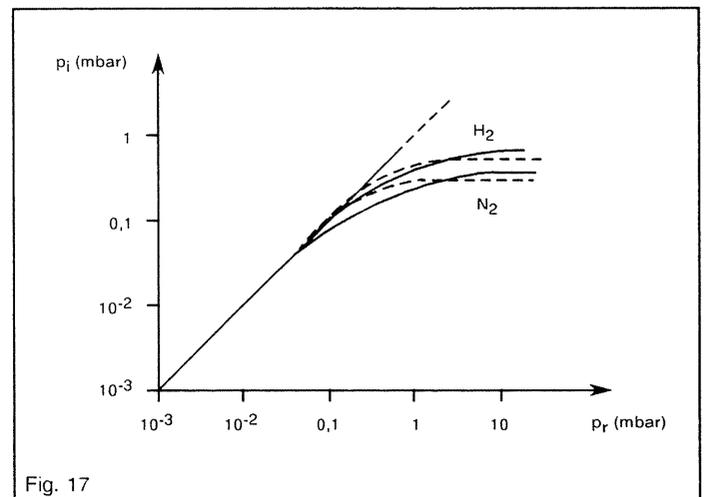
p_i pression indiquée

p_r pression réelle

$p_{i,max}$ équivalent manométrique de la friction maximale du gaz.

La valeur mesurée est multipliée par un facteur de correction pour étendre la gamme de mesure linéaire de VISCOVAC VM 212 de 10^{-2} mbar à 1 mbar. Ce facteur de correction est déterminé, conformément à la décélération DCR mesurée et à la viscosité introduite comme

Fig. 17 Indication du manomètre à friction pour les fortes pressions pour H_2 ($p_{i,max} = 0,333$ mbar) et N_2 ($p_{i,max} = 0,177$ mbar)



————— = valeur mesurée
 - - - - - = valeur calculée selon la section 2.14

Fig. 17

paramètre 05, à partir d'un tableau, contenu dans l'instrument, dont les valeurs ne sont toutefois pas théoriques mais le résultat de mesures de calibrage. La linéarisation est désactivée quand on introduit VISC = 0.

On note cependant une certaine dépendance de la correction ci-dessus selon la bille et la composition du gaz ce qui perturbe la faible incertitude de mesure de VM 212 dans la gamme supérieure des pressions.

2.15 Incertitude de la mesure

L'incertitude totale E_{total} se compose des incertitudes déterminées pour les divers paramètres de la mesure:

$$E_{total} = E_{Cal} + E_{LTS} + E_T + E_{OFF} + E_t (+ E_{HP})$$

Avec:

E_{Cal} = incertitude du coefficient de friction (Cf. également section 2.9)
(1,5% pur une bille calibrée)

E_{LTS} = incertitude de la stabilité à long terme (1 % pour recalibrage annuel; valeur empirique)

E_T = incertitude due aux variations de température (Cf. également section 2.13)
($4 \cdot 10^{-8}$ mbar pour des variations de température de $0,3 \text{ K} \cdot \text{h}^{-1}$)

E_{OFF} = incertitude de l'offset (Cf. également section 2.10)
(env. $5 \cdot 10^{-8}$ mbar pour une bonne bille)

E_t = incertitude du chronométrage
(env. $7 \cdot 10^{-8}$ mbar pour une mesure durant 15 s)

E_{HP} = incertitude de la linéarisation pour les fortes pressions de gaz (Cf. section 2.14)

L'incertitude de la mesure est traitée en détail dans l'ouvrage [10].

2.16 Sélection du temps de mesure

Comme nous l'avons évoqué à la section 2.5.1, on constate une relation entre le temps de mesure réglé (paramètre MTIME) et la précision de la mesure. Plus le temps de mesure augmente, plus la variation des valeurs mesurées, déterminées à pression constante, diminue. Comme critère pour la variation, on prend la variation standard d'une série d'au moins trois valeurs mesurées, telle qu'elle est également calculée par VISCOVAC VM 212 lorsque l'imprimante est en mode statistique (PRINT : STAT).

Si l'on introduit une constante K, on obtient, pour le rapport entre la déviation standard STD DEV et le temps de mesure MTIME, approximativement la formule suivante:

$$STD DEV = \frac{K}{\sqrt{M} \cdot MTIME^{2,5}}$$

(M = poids moléculaire relatif)

La valeur de K dépend certes dans certains cas des conditions extérieures de la mesure, toutefois on trouve des valeurs indicatives pour un choix de temps de mesure qui pourront conduire à la précision souhaitée pour la mesure.

Si s est la déviation standard souhaitée (précision de la mesure) en mbar ou en TORR, il convient de choisir un temps de mesure en secondes de l'ordre de

$$[I] MTIME = \left(\frac{0,001}{\sqrt{M} \cdot s} \right)^{0,4}$$

On ne distingue pas ici entre mbar et TORR car la différence correspondante en terme de temps de mesure conseillé n'est alors que d'env. 10 % et que les valeurs indicatives données ne peuvent prétendre à une telle précision.

Avec s comme déviation standard souhaitée (précision de la mesure) en Pa, le temps de mesure en secondes devrait être de l'ordre de

$$[II] MTIME = \left(\frac{0,1}{\sqrt{M} \cdot s} \right)^{0,4}$$

Exemple

Il faut obtenir une déviation standard de $1 \cdot 10^{-6}$ mbar (pour l'argon). Comme la déviation standard est exprimée en mbar, on utilise la formule (1), avec $M = 40$ et $s = 1 \cdot 10^{-6}$

$$MTIME = \left(\frac{0,001}{\sqrt{40} \cdot 1 \cdot 10^{-6}} \right)^{0,4} = 7,6$$

Une introduction de 7,6 comme paramètre 02 (MTIME) devrait répondre aux exigences.

Dans les instruments à partir de la version 3.3 du logiciel, l'introduction de la valeur 0 comme temps de mesure appelle une adaptation automatique du temps de mesure maximal mais pas supérieur à 10 s. Le temps de mesure peut être indiqué dans l'option 01.



2.17 Traitement des erreurs

Les messages d'erreur de VISCOVAC VM 212 se décomposent en trois groupes:

- les messages pour des erreurs d'utilisation
- les messages pour des pannes techniques
- les messages pour des erreurs du système d'exploitation.

Les paragraphes suivants commentent les divers messages d'erreur regroupés comme ci-dessus.

2.17.1 Erreurs d'utilisation

Les erreurs d'utilisation font également l'objet d'un dialogue entre VISCOVAC VM 212 et l'utilisateur. Il est donc possible de bien cerner leur correction. Le message fourni pour ce type d'erreur se présente sous forme d'une brève définition ou d'un numéro. La liste suivante contient des commentaires et, le cas échéant, des mesures à prendre.

INVALID NUMBER ou INVALID INPUT

- L'utilisateur a essayé d'introduire un numéro de programme en-dehors de la gamme de 01 à 16. Introduire un numéro dans la gamme indiquée.
- L'utilisateur a essayé d'introduire un numéro d'option en-dehors de la gamme de 01 à 16. Utiliser un numéro d'option de la gamme indiquée.

INVALID COMMAND

- L'utilisateur a introduit l'une des instructions
OPT → n → n → STORE.

NOT INSTALLED

L'utilisateur a essayé d'appeler une option avec un numéro dans la gamme de 09 à 16.

PROG NOT DEFINED

Ce message d'erreur a certes la forme d'une erreur d'utilisation mais elle indique que la pile entretenant la mémorisation des paramètres est épuisée (à remplacer!) ou qu'une panne a fait perdre les données. Les paramètres sont donc perdus et les emplacements dans la mémoire ne sont plus occupés par des informations interprétables par VISCOVAC VM 212. La section 2.6.7 décrit comment il faut recharger les données en mémoire. Toutefois vos paramètres personnalisés sont perdus.

Clignotement d'un nombre introduit

L'utilisateur a essayé d'introduire une valeur inadmissible pour un paramètre. Introduire une nouvelle valeur en respectant les limites décrites dans la section 2.5.

PARAM SET ERROR

L'utilisateur a essayé de sauvegarder un programme dont les paramètres sont admissibles individuellement mais pas ensemble. Ceci peut arriver tant pour la programmation des sorties de commutation que pour celle de la sortie analogique.

Le message d'erreur ci-dessus est indiqué pendant 2 s dans l'affichage. Après, VISCOVAC VM 212 passe automatiquement à l'une des lignes de paramètres qui participe au conflit.

OFF SCALE

Dans le cas de ce message il ne s'agit d'une réaction à une erreur d'utilisation que sous certaines conditions. Ce message signale qu'une valeur mesurée est en-dehors de la gamme indicable. Par la viscosité introduite, la limite supérieure de la gamme indicable dépend du type de gaz. Une des éventualités: la grandeur à mesurer est effectivement en-dehors de la gamme mesurable par VISCOVAC VM 212. L'autre éventualité: la grandeur à mesurer est certes à l'intérieur de la gamme indicable mais, comme le temps de mesure choisi est trop court, la dispersion des valeurs mesurées (due au système) est si grande que certaines valeurs sont en-dehors de la gamme indicable. Augmentez le temps de mesure pour pallier à ce défaut. Une autre cause probable pour des mesures trop élevées peut toutefois être trouvée dans une mauvaise introduction de paramètres (notamment de la viscosité). Les valeurs calculées sur cette base dépassent alors la gamme admissible.

MTIME TOO LONG

Etant donné que la mesure n'est autorisée que dans la gamme des fréquences de la bille entre 405 et 415 Hz, dans la gamme supérieure des pressions, où le freinage de la bille est déjà très fort, on ne peut mesurer qu'avec des temps MTIME courts (le produit de DCR et MTIME doit être sensiblement petit par rapport à l'intervalle des fréquences indiquées ci-dessus. Ainsi, à la limite supérieure de la gamme de mesure il convient de choisir un temps de mesure d'env. 1 s ou de choisir l'adaptation automatique du temps de mesure.

LOW SIGNAL

Si l'on introduit OFF pour le paramètre AUTOMATIC la relance automatique de l'entraînement est hors service. Le message LOW SIGNAL est indiqué lorsque la fréquence de rotation de la bille tombe sous la gamme admissible pour la mesure.

CHECK PRINTER

L'option 02 comprend l'indication d'une imprimante interne alors qu'elle n'est pas installée.

NO PRINT MODE

L'utilisateur a essayé de déclencher une impression bien que le paramètre 61 soit sur OFF ou qu'aucun programme ne soit activé (READY).

ONLY DCR MODE

L'utilisateur a essayé d'introduire l'OFFSET dans une autre unité que DCR.

NO PRESENT VALUE

L'utilisateur a essayé de charger la valeur mesurée actuelle pour l'introduction des paramètres OFFST, LOLIM, UPLIM, ZERO ou FSCAL avec la touche SEL alors qu'il n'y a pas (encore) de valeur mesurée.

KEYBOARD DISABLD

L'instrument se trouve en mode REMOTE.

USED FOR PRINTER USED FOR REM CTRL

Ce message apparaît lorsqu'on essaye de régler SERL ou GPIB et que ce réglage est déjà fait pour REM CNTRL (PRINTER).

2.17.2 Pannes techniques

Cinq messages d'erreur indiquent des pannes techniques.

SYS FAULT

Panne grave dans VISCOVAC VM212. Contrôler les connecteurs internes de l'instrument. Renvoyez l'instrument au S.A.V. de Leybold si la panne persiste.

SUSP FAILED

La bille ne peut pas être suspendue. Contrôler le raccordement du capteur et éventuellement son orientation horizontale.

MOTOR FAILED

La bille ne peut pas être entraînée. Contrôler le raccordement du capteur et éventuellement son orientation horizontale.

MOTOR TIMOUT

Le temps d'accélération de la bille maximal (90 s) a été dépassé (pour option 05).

BAD SIGNAL

La qualité du signal est insuffisante, pour les mesures à prendre, voir 2.17.4.

Les mesures indiquées ci-dessus ne sont que des propositions. La description des causes probables n'est pas complète non plus. Cette liste doit cependant contribuer dans certains cas à un dépannage rapide et peu onéreux.

2.17.3 Erreurs du système d'exploitation

Pour les erreurs du dernier groupe, il peut s'agir tant d'erreurs du programme d'exploitation interne que d'un défaut d'un composant nécessaire au déroulement du programme. Ces erreurs ne peuvent pas être éliminées mais l'instrument peut continuer à travailler dans la plupart des cas.

ERROR nn @ xxxx

Dans cette forme de message d'erreur n représente des chiffres décimaux et x des chiffres hexadécimaux. La cause d'une telle erreur est une situation extraordinaire dans le déroulement interne du travail. Le travail peut toujours continuer avec une autre instruction. VISCOVAC VM 212 recommence immédiatement à travailler correctement.

Si une telle erreur devait apparaître nous vous serions reconnaissant de nous en informer en indiquant le numéro signalé ainsi que l'opération qui était en cours. Ces informations nous permettront de corriger le logiciel de l'instrument.

nn @ nnnnn

Les messages d'erreur de ce type signalent un défaut probable de l'instrument. On peut essayer de relancer l'instrument. Si le message réapparaît, il faut consulter le S.A.V. de Leybold.

n représente des chiffres décimaux.

2.17.4 Perturbations causées par une importante dispersion des signaux

Les éventuelles variations des valeurs mesurées qui dépassent celles correspondant au temps de mesure choisi peuvent avoir plusieurs causes.

- La grandeur mesurée, p. ex. la pression dans un appareillage à vide, n'est pas constante. Comme VISCOVAC VM 212 a une résolution exceptionnelle pour un manomètre, de faibles dérives de la pression du gaz conduisent, lors du calcul de la déviation standard d'une série de mesures, à une valeur bien supérieure à celle correspondant au temps de mesure choisi (voir la section 2.16 pour la relation entre le temps de mesure et la déviation standard).

L'étude des points suivants est bien plus aisée si l'on prélève, à la sortie "SCOPE", le signal généré par le capteur, pour le représenter sur un oscilloscope.

Dans son état normal il s'agit d'une oscillation sinusoïdale approchée d'une fréquence entre 405 et 415 Hz et d'une amplitude entre 2 et 8 V_{eff} .

- Le dispositif de mesure (capteur et bille en rotation dans le tube de mesure) est perturbé par des oscillations ou des chocs mécaniques. On peut essayer d'éviter ces perturbations en posant le tube de mesure ailleurs sur l'appareillage ou p. ex. en découplant le dispositif des vibrations de l'appareillage en montant entre eux un tuyau onduleux flexible et en montant le dispositif de mesure à un endroit exempt de vibrations. Si l'amplitude des oscillations est suffisamment petite il est également possible de fixer le capteur par un montage sans vibration qui ne se fera pas sur la bride du tube de mesure. Dans ce cas il est cependant nécessaire d'assurer une bonne liaison électrique externe entre le capteur et la masse de la machine.

- Les perturbations électromagnétiques de l'appareillage ou de l'environnement du dispositif de mesure sont induites dans le câble signal. Cette situation est souvent caractérisée par une forte variation de la fréquence ou un grand écart avec la gamme de consigne (405 à 415 Hz) (Cf. également section 6.1). Il faut absolument assurer une bonne liaison à la masse entre le tube de mesure et le capteur.

- La bille utilisée pour la mesure ne donne pas un signal d'amplitude suffisante (env. 2 V_{eff} voir ci-dessus). Un oscilloscope n'est pas absolument nécessaire pour mesurer l'amplitude du signal, un multimètre suffit.

Si un contrôle montre que l'amplitude du signal est trop faible on peut soit aimanter la bille en question soit la remplacer si cela ne suffit pas.

Pour aimanter la bille il faut démonter le capteur mais la bille peut rester dans le tube de mesure, si bien que le système sous vide reste clos. Pratiquement tous les aimants permanents sont utilisables, comme p. ex. les aimants du commerce pour tableaux d'affichage.

Lorsque le capteur est démonté, passer l'aimant une fois de l'intérieur vers l'extérieur le long du tube. Comme une trop forte aimantation de la bille est également



indésirable il faut respecter, entre le tube et l'aimant, un écartement de quelques mm pour les forts aimants.

Contrôler la nouvelle amplitude après avoir remonté le capteur. Elle devrait être entre 2 et 8 V_{eff} . Si elle reste trop faible, on peut recommencer l'opération. Si elle est trop forte, un étuvage du tube peut convenir car en général il réduit l'aimantation supplémentaire dans une proportion qui n'est pas exactement prévisible.

N'oubliez pas que l'augmentation de l'aimantation et celle de l'amplitude du signal entraînent également un offset plus important. En général cette conséquence n'est pas négative (Cf. également section 2.10) car dans la plupart des cas c'est seulement la stabilité de l'offset qui compte et pas sa hauteur absolue.

2.18 Service des interfaces V.24 ou IEEE

Le service de ces interfaces suppose leur sélection dans l'option 02.

Vous trouverez de plus amples informations dans les modes d'emploi ci-joints GA 517 et GA 518 où vous ne tiendrez pas compte du montage ni du réglage de la carte interface des sections 3 et 4.

Ci-dessous la liste actuelle des instructions de télécommande de VM 212 à partir de la version 3.3 du logiciel.

Explication des caractères:

a{aaa}	1..4 lettres, p. ex. L ou MBAR
n{n}	1 ou 2 chiffres, p. ex. 7 ou 07
nn{nn}	2 ou 4 chiffres, p. ex. 90 ou 1990
x	nombre réel, sans format, p. ex. 3.4E-5, 23.405, -0.5
I	alternatif

1. Paramètres individuels

DIS Wn{n},a{aaa} Rn{n}	11	DISPLAY
MTI Wn{n},x Rn{n}	12	MTIME
OFS Wn{n},x Rn{n}	13	OFFST
TEM Wn{n},x Rn{n}	21	TEMP
MOL Wn{n},x Rn{n}	22	MOLWT
VIS Wn{n},x Rn{n}	23	VISC
SIG Wn{n},x Rn{n}	31	SIGMA
BDE Wn{n},x Rn{n}	32	BDENS
BDI Wn{n},x Rn{n}	33	BDIAM
CDI Wn{n},x Rn{n}	34	CDIAM
LIM Wn{n},a{aaa} Rn{n}	41	LIMITS
LOL Wn{n},x Rn{n}	42	LOLIM
UPL Wn{n},x Rn{n}	43	UPLIM
ANO Wn{n},a{aaa} Rn{n}	51	OUTPUT
ZER Wn{n},x Rn{n}	52	ZERO

FSC Wn{n},x Rn{n}	53	FSCAL
PRI Wn{n},a{aaa} Rn{n}	61	PRINT
INT Wn{n},x Rn{n}	62	INTVL
SAM Wn{n},x Rn{n}	63	SAMPL

2. Jeu de paramètres

PAR Rn{n}	sortir un jeu de paramètres (texte en clair)
COD Wn{n},244(h) Rn{n}	entrée/sortie (codée) d'un jeu de paramètres
INI Wn{n}	initialiser un jeu de paramètres

3. Paramètres globaux

IMA W,a{aaa} R	IMAGE
AUT W,a{aaa} R	AUTOMATIC
DAT Wn{n},aaa,nn{nn} R	Date
TIM Wn{n},n{n},n{n} R	Heure

4. Contrôle de la mesure

RUN Wn{n} R	lancer / arrêter un programme de mesure
STP W R	freiner le rotor
SMH Wn{n} R	arrêter / déclencher la sortie de mesures

5. Valeur mesurée / grandeurs auxiliaires

VAL R	valeur mesurée (dépendante de DISPLAY)
FRQ R	fréquence du rotor
SSC R	dispersion des signaux
AMT R	temps de mesure actuel

6. Imprimante

PRS Wn{n}{,n{n}} R	instruction / état de l'imprimante
----------------------	------------------------------------

7. Etat du système

STS Wn{n} R	octet d'état
ERR R	numéro d'erreur

8. Interface

ESQ W,a{aaa}	réglage du caractère de fin
SRQ Wn{n} R	mode de service SRQ
GTL W	Go-To-Local pour interface série
LLO W	Local-LockOut pour interface série

3 Maintenance

VISCOVAC VM 212 est sans maintenance.

3.1 Remplacement de l'EPROM (D003)

Placer l'interrupteur secteur "POWER" sur "OFF".

Retirer la fiche de la prise secteur de VM 212.

Retirer la plaque de couverture de l'instrument comme suit:

- Desserrer et retirer les deux vis à tête cruciforme de la plaque de couverture.
- La plaque n'est alors maintenue que par les deux rainures externes. La soulever au milieu et la retirer prudemment vers le haut.

Retirer l'EPROM (18/3) de son socle en utilisant soit un petit tournevis, soit une pincette.

Poser la nouvelle mémoire EPROM dans le socle. Attention à la bonne orientation. L'encoche de l'EPROM et celle du socle doivent être l'une sur l'autre. L'encoche doit être orientée vers la gauche (vu de devant). Attention, ne plier aucune des jambes du composant (contrôle visuel) !

Poser la plaque d'un côté sur la rainure, la soulever au milieu et l'enclencher dans l'autre rainure.

Visser la plaque avec les deux vis à tête cruciforme.

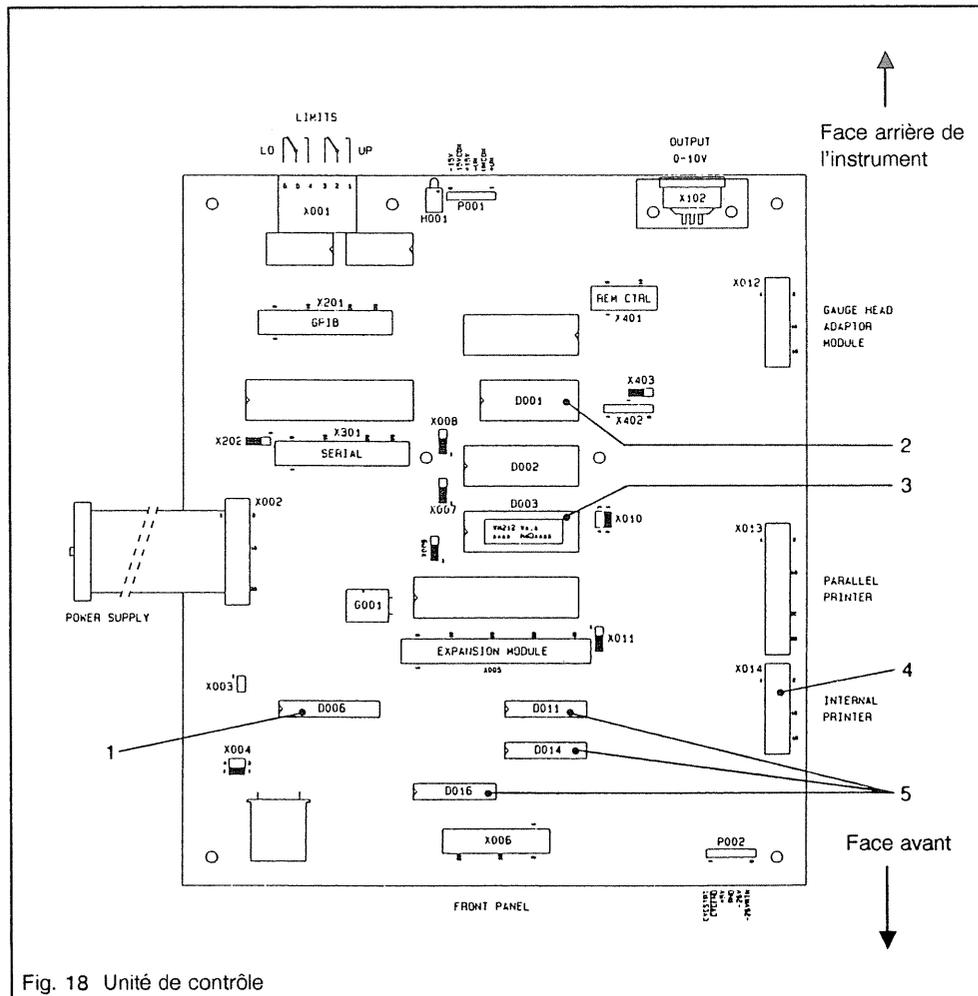
3.2 Remplacement de la RAM (D001)

Mêmes opérations que pour le remplacement de l'EPROM dans la section 3.1.

Poser la nouvelle RAM (18/2) dans le socle. Attention à la bonne orientation. Le creux circulaire noir sur la RAM est orienté vers la gauche (vu de devant). Attention à ne plier aucune jambe du composant (contrôle visuel) !

3.3 Remplacement du composant PAL (D006; D011, D014; D016)

Le remplacement du composant PAL se fait comme pour l'EPROM dans la section 3.1.



Légende de la fig. 18

- 1 Socle de PAL (D006)
- 2 Socle de la RAM
- 3 Socle de l'EPROM
- 4 Socle de l'imprimante interne
- 5 Socle de PAL (D011; D014 et D016)

Fig. 18 Unité de contrôle

Annexe A

Tableau des caractéristiques physiques

Poids moléculaire et viscosité de quelques gaz à une température de 20°C [9].

Gaz	Poids moléculaire kg·kmol ⁻¹	Viscosité 10 ⁻⁶ Pa·s
H ₂	2,016	8,8
He	4,003	19,6
CH ₄	16,043	10,8
NH ₃	17,031	9,8
H ₂ O ¹⁾	18,015	ca. 9
CO	28,011	17,6
N ₂	28,013	17,5
Air ²⁾	28,96	18,2
O ₂	31,999	20,2
HCl	36,461	14,2
Ar	39,948	22,1
CO ₂	44,010	14,6
Cl ₂	70,906	13,2
CCl ₂ F ₂	120,914	13,2

Vous trouverez d'autres données p. ex. dans l'ouvrage 'Handbook of Chemistry and Physics', CCR PRESS, Inc.

Pour le traitement des mélanges gazeux, voir également la section 2.12.

Constantes utilisées pour le calcul des grandeurs de sortie:

$$R = 8,314 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kmol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1},$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}.$$

1) Vapeur d'eau

2) 0,78 N₂ + 0,21 O₂ + 0,01 Ar

Annexe B

Bibliographie

- 1) J. Langmuir, phys. Rev. 1,337 (1913)
- 2) J.W. Beams, D.M. Spitzer, J.R. and J.P. Wade, Jr. Rev. Sci. Instrum. 33, 151 (1962)
- 3) J.K. Fremerey, J. Vac. Sci. Technol. 9, 198 (1972)
- 4) J.K. Fremerey, Rev. Sci. Instrum. 44, 1396 (1973)
- 5) J.K. Fremerey, G.-H. Gomsa and G. Comsa, Electron. Fis. Appl. 17, 193 (1974)
- 6) J.K. Fremerey and K. Boden, J. phys. E 11, 106 (1978)
- 7) G. Comsa, J.K. Fremerey and B. Lindenau, Proc. 7th Int. Vacuum Congr., Vienna (1977), Vol. I, pp. 157 - 160
- 8) G. Comsa, J.K. Fremerey and B. Lindenau, Proc. 8th Int. Vacuum Congr., Cannes (1980), Vol. II, pp. 218 - 221
- 9) M. Wutz, H. Adam und W. Walcher, Theorie und Praxis der Vakuumtechnik, Vieweg, 551 (1982)
- 10) Dr. G. Reich, Gasreibungs-Vakuummeter VISCO-VAC VM 211, UV 2112.03.84 GK 3.D LEYBOLD AG, Köln (1984)

Annexe C

PRINTER	
1	STROBE
2	D1
3	D2
4	D3
5	D4
6	D5
7	D6
8	D7
9	D8
10	ACKN
11	BUSY
12	--
13	--
14	--
15	--
16	--
17	--
18	GND
19	GND
20	GND
21	GND
22	GND
23	GND
24	GND
25	GND

SERIAL	
1	--
2	TXD
3	RXD
4	--
5	CTS
6	DSR
7	GND
8	DCD
9	--
10	--
11	--
12	--
13	--
14	--
15	--
16	--
17	--
18	--
19	--
20	DTR
21	--
22	--
23	--
24	--
25	--

GPIB	
1	DI01
2	DI02
3	DI03
4	DI04
5	EOI
6	DAV
7	NRFD
8	NDAC
9	IFC
10	SRQ
11	ATN
12	GND
13	DI05
14	DI06
15	DI07
16	DI08
17	REN
18	GND
19	GND
20	GND
21	GND
22	GND
23	GND
24	GND

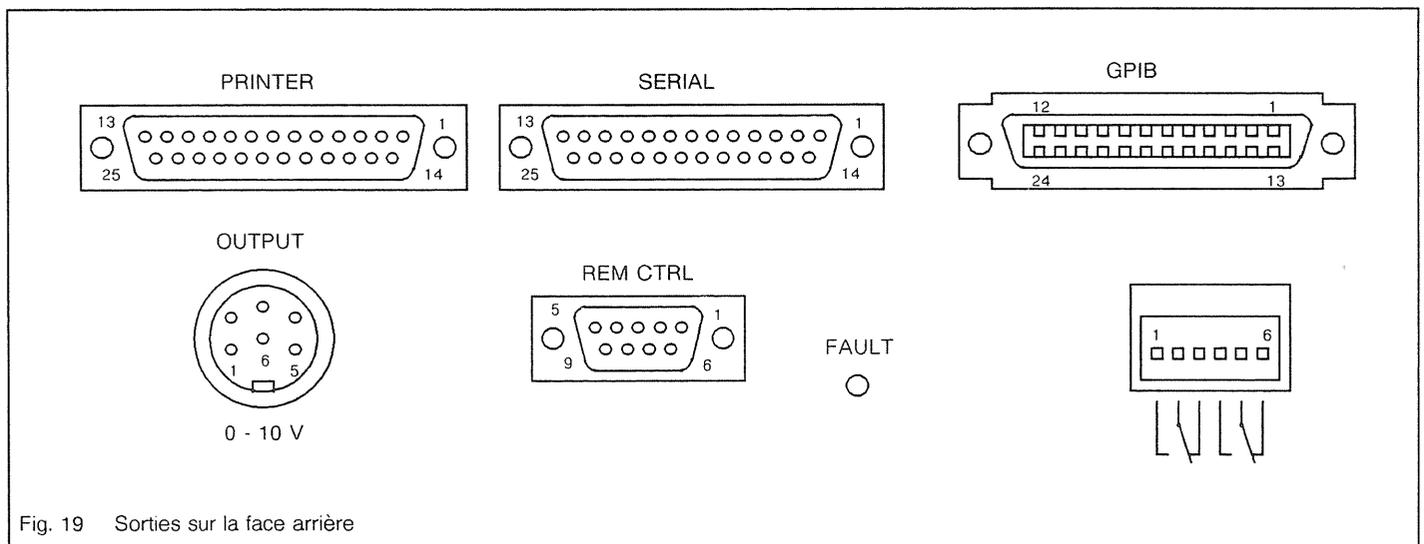


Fig. 19 Sorties sur la face arrière

OUTPUT	
1	OUT
2	--
3	--
4	--
5	--
6	GND

REM CTRL	
1	RIFCT1 +
2	RIFCT2 +
3	RIOUT1 +
4	RIOUT2 +
5	--
6	RIFCT1 -
7	RIFCT2 -
8	RIOUT1 -
9	RIOUT2 -

Remarques générales

Nous nous réservons le droit de modifier les données indiquées. Les figures sont sans engagement.



Wir stehen zu Ihrer Verfügung



LEYBOLD AG · KÖLN

Bonner Straße 498 · Postfach 51 07 60 · D-5000 Köln 51
Telefon (02 21) 3 47 - 0 · Telex 8 88 481 - 20 lh d · Draht leybold köln
Telefax (02 21) 3 47 - 12 50

LEYBOLD AG · HANAU

Wilhelm-Rohn-Straße 25 · Postfach 15 55 · D-6450 Hanau 1 · Telefon (0 61 81) 34 - 0
Telex 4 152 06 - 0 lh d · Draht leybold hanau · Telefax (0 61 81) 34 - 16 90

Niederlassungen:

VERTRIEBSBEREICH NORD

Niederlassung Hamburg

Spaldingstraße 1 B
2000 Hamburg 1
Tel.: (0 40) 23 16 76 · Telex: 2 162 261

Niederlassung Hannover

Eckenerstraße 5 A
3000 Hannover 1 (Vahrenheide)
Tel.: (05 11) 63 20 99 · Telex: 9 23 331

VERTRIEBSBEREICH MITTE

Niederlassung Frankfurt

Edisonstraße 7
6000 Frankfurt / M. 60
Tel.: (0 61 09) 39 02 · Telex: 4 185 967

VERTRIEBSBEREICH OST

Niederlassung Berlin

Wittestraße 30 E
1000 Berlin 27
Tel.: (030) 4 32 50 28 · Telex: 183 811
Telefax: (030) 4 32 40 03

Niederlassung Dresden

Königsbrücker Landstraße 159
O-8080 Dresden
Tel.: (51) 5 93 23 60 · Telex: 2428

Niederlassung Jena

Carl-Zeiss-Platz 5
O-6900 Jena
Tel.: (78) 2 26 56

VERTRIEBSBEREICH WEST

Niederlassung Köln

Wingertsheide 2
5060 Bergisch Gladbach 1
Tel.: (0 22 04) 6 00 67

Niederlassung Bochum

Josef-Baumann-Straße 21
4630 Bochum 1
Tel.: (02 34) 8 55 45/6/7 · Telex: 8 25 497

VERTRIEBSBEREICH SÜDWEST

Niederlassung Stuttgart

Vollmoellerstraße 11
7000 Stuttgart 80
Tel.: (07 11) 7 35 20 01 · Telex: 7 255 517

Niederlassung Karlsruhe

Vorbergstraße 5
7500 Karlsruhe 41
Tel.: (07 21) 49 19 22

VERTRIEBSBEREICH SÜD

Niederlassung München

Lerchenstraße 5
8000 München 50
Tel.: (0 89) 3 51 40 66/69 · Telex: 5 215 061

Niederlassung Nürnberg

Endterstraße 3
8500 Nürnberg 40
Tel.: (09 11) 4 46 64 40

Tochtergesellschaften:

Belgien

LEYBOLD N.V.
Leuvensesteenweg 641
B- 1930 Zaventem
Tel.: 7 59 79 36 · Telex: 23 856
Telefax: 7594190

Dänemark

LEYBOLD ApS
Roskildevej 342 A
DK-2630 Tåstrup
Tel.: 02-99 64 44 · Telefax: 02-996544

England · Irland

LEYBOLD LTD.
Waterside Way · Plough Lane
London SW17 7AB
Tel.: 019479744 · Telex: 896 430
Telefax: 0 19 47 02 10

Finnland

LEYBOLD OY
Olarintuoma 10
02200 Espoo 20
Tel.: 90-42 39 44 · Telex: 124 278
Telefax: 422862

Frankreich

LEYBOLD S.A.
7, Avenue du Quebec
Z.A. de Courtabœuf
B.P. 42 · 91942 Les Ulis Cedex
Tel.: (1) 69 07 64 00 · Telex: 600 852
Telefax: 1-69075738

Hongkong

LEYBOLD LTD.
20th Floor · 80 Gloucester Road
Hongkong
Tel.: 5-202880 · Telex: 66737 lhk hx
Telefax: 5-8656883

Italien

LEYBOLD S.p.A.
Via P. Toselli, 11
20127 Milano
Tel.: (02) 2 87 15 21 · Telex: 330 348
Telefax: 2-2871521

Japan

LEYBOLD CO. LTD.
Kannai Fudosan Shin-Yokohama
Bldg. 2F
7-20, Shin-Yokohama 2-chome,
Kohoku-ku, Yokohama-shi
Kanagawa Pref. 222 / Japan
Tel.: (045) 471-3311 · Telefax: (045) 471-3322

LEYBOLD COMPONENTS CO.

Service Center
3-100, Kashiwai-cho
Kasugai-shi, Aichi-ken, 486
Tel.: 0568-84-8131 · Telefax: 0568-84-1444

Kanada

LEYBOLD INC.
100 Strada Drive, Unit 4
Woodbridge, Ontario, L4L 5V7
Tel.: (416) 851-7327 · Telex: 065-27400
Telefax: (416) 851-7950

Korea

LEYBOLD LTD. KOREA
Leybold Center
1-42, Hannam-dong
Yongsan-ku, Seoul
140-210, Korea
C.P.O. Box 709
Tel.: (2) 790-1471/4 · Telefax: (2) 790-1475

Niederlande

LEYBOLD B.V.
Postfach 90 · 3440 AB Woerden
Rosmolenlaan 1 · 3447 GL Woerden
Tel.: 0 34 80-774 11 · Telex: 47 652 lh wd nl
Telefax: 0 34 80-2 04 89

Norwegen

LEYBOLD A/S
Solheimveien 11 · 1473 Skarer
Tel.: 2-97 05 20

Österreich

LEYBOLD GES.M.B.H.
Favoritenstraße 35 · A-1040 Wien
Tel.: (1) 5 05 16 44-0 · Telex: 131 400
Telefax: 5 05 16 44 20

Schweden

LEYBOLD AB
Box 135
Datavägen 57 B
S-42122 Västra Frölunda
Tel.: 031-684200 · Telefax: 031-683939

Schweiz · Liechtenstein

LEYBOLD AG
Leutschenbachstraße 55 · 8050 Zürich
Tel.: (01) 3 02 36 36 · Telex: 823 212
Telefax: (01) 3 02 43 73

Spanien

LEYBOLD S.A.
Calle Motores 310-312
E-08908 L'Hospitalet de Llobregat
(Barcelona)
Tel.: (3) 263-0515 · Telefax: (3) 263-1470

USA

LEYBOLD INC.
1860 Hartog Drive · San Jose, CA 95131
Tel.: (408) 436-28 28 · Telefax: 408-4362849

LEYBOLD VACUUM PRODUCTS INC.
5700 Mellon Road · Export, Pa. 15632
Tel.: (412) 327-57 00 · Telex: 199 138
Telefax: 412-7331217

LEYBOLD INFICON

6500 Fly Road · East Syracuse, N.Y. 13057
Tel.: 315-43 41 100 · Telex: 710 541-0594
Telefax: 315-4373803

LEYBOLD TECHNOLOGIES INC.

120, Post Road · Enfield, CT 06082
Tel.: (203) 7 41-22 67 · Telex: 955 344
Telefax: 203-7457932