

Historique des modifications

Version	Date	Auteur	Description
DFD002A	13.12.2002	RB	Création
DFD002B	17.07.2013	MS	Adaptation du contenu

Sommaire

Historique des modifications	2
Sommaire	3
Bibliographie	6
Conventions / Abréviations	6
1 Types de transmetteurs PTM	7
1.1 Généralités	7
1.1.1 Normalisation spécifique à l'utilisateur	7
1.1.2 Réétalonnage	7
1.1.3 Compensation thermique	7
1.1.4 Filtre passe-bas	8
1.2 PTM 2 conducteurs	8
1.2.1 Fonctions	8
1.2.2 Interface	8
1.3 PTM digital	9
1.3.1 Fonctions	9
1.3.2 Interface	9
2 Modbus	10
2.1 Généralités	10
2.1.1 Résumé	10
2.1.2 Structure des télégrammes	10
2.1.3 Exemple : code CRC16	11
3 Protocole de couche 7 STS	12
3.1 Généralités	12
3.2 Télégrammes standard	12
3.2.1 Aperçu des télégrammes	12
3.2.2 Fonction Code 03 : lire pression et température	13
3.2.3 Fonction Code 30 : lire numéro de série	13
3.2.4 Fonction Code 31 : lire numéro de version	13
3.3 Télégrammes complémentaires	14
3.3.1 Aperçu des télégrammes	14
3.3.2 Aperçu des paramètres	14
3.3.3 Fonction Code 112 : effacer la mémoire flash de paramètres	15
3.3.4 Fonction Code 114 : mot de passe pour les modifications dans la mémoire flash de paramètres	15
3.3.5 Fonction Code 136 : lire paramètres utilisateur 1	15
3.3.6 Fonction Code 137 : lire paramètres utilisateur 2	16
3.3.7 Fonction Code 234 : lire paramètres usine 1	17

3.3.8	Function Code 235: lire paramètres usine 2	17
3.3.9	Function Code 152 : écrire paramètres utilisateur 1	18
3.3.10	Function Code 153 : écrire paramètres utilisateur 2	20
	Procédure lors de l'écriture dans la mémoire	20
4	Protocole de couche 7 Modbus	21
4.1	Généralités	21
4.2	Télégrammes standard	21
4.2.1	Aperçu des télégrammes	21
4.2.2	Function Code 04 : Read Input Register	22
4.2.3	Aperçu des indices de début	22
4.2.4	Indice de début 0 : pression mesurée	22
4.2.5	Indice de début 1 : température mesurée	22
4.2.6	Indice de début 7 : version de logiciel	23
4.3	Télégrammes complémentaires	24
4.3.1	Aperçu des télégrammes	24
4.3.2	Function Code 03 : Read Holding Register	24
4.3.3	Function Code 16: Write Multiple Register	24
4.3.4	Aperçu des indices de début	24
4.3.5	Indice de début 0 : protocole de couche 7	25
4.3.6	Indice de début 2 : mot de passe pour les modifications dans la mémoire flash de paramètres	25
4.3.7	Indice de début 4 : mot de passe pour les modifications dans la mémoire flash de paramètres et effacement des données	25
4.3.8	Indice de début 20 : adresse	25
4.3.9	Indice de début 21 : filtre passe-bas	26
4.3.10	Indice de début 22 : origine plage normalisée pressions sortie analogique	26
4.3.11	Indice de début 23 : valeur finale plage normalisée pressions sortie analogique	26
4.3.12	Indice de début 24 : origine plage normalisée températures sortie analogique	26
4.3.13	Indice de début 25 : valeur finale plage normalisée températures sortie analogique	26
4.3.14	Indice de début 26 : réétalonnage zéro pression	27
4.3.15	Indice de début 27 : réétalonnage valeur finale pression	27
4.3.16	Indice de début 30...37 : description de l'appareil	27
4.3.17	Indice de début 200+201 : pression nominale	28
4.3.18	Indice de début 202+203 : zéro pression	28
4.3.19	Indice de début 204+205 : fin de la plage de températures	28
4.3.20	Indice de début 206+207 : début de la plage de températures	29
4.3.21	Indice de début 210+211 : numéro de série	29
4.3.22	Indice de début 212 : version matérielle	29
4.3.23	Indice de début 213 : indice matériel	29
4.3.24	Indice de début 214 : type de pression	29

4.3.25	Indice de début 215 : type de compensation thermique	29
4.4	Traitement des Exceptions	30
4.4.1	Généralités	30
4.4.2	Réponse Exception	30
4.4.3	Codes d'Exception	30
4.5	Procédure lors de l'écriture dans la mémoire	31
5	Procédure de réétalonnage et calculs	32
5.1	Réétalonnage	32
5.1.1	Généralités	32
5.1.2	Protocole de couche 7 STS	33
5.1.3	Protocole de couche 7 Modbus	33
5.1.4	Calculs	33
5.2	Conversions d'unités	34
5.2.1	Unités de pression	34
5.2.2	Unités de température	34

Bibliographie

- [1] MODBUS over Serial Line, Specification & Implementation Guide V1.0
<http://www.modbus.org> → zone Modbus Standard Library
- [2] MODBUS Application Protocol Specification V1.1
<http://www.modbus.org> → zone Modbus Standard Library

Conventions / Abréviations

P	Pression
P _{NP}	Zéro pression
P _N	Pression nominale
P _{Ein}	Pression de fermeture des relais
P _{Aus}	Pression d'ouverture des relais
NP	Zéro
T	Température
T _{NP}	Début de la plage de températures
T _N	Fin de la plage de températures
DW	Mot de données
DB	Octet de données
@	correspondant à

1 Types de transmetteurs PTM

Il existe trois types de transmetteurs PTM qui possèdent les mêmes fonctions de base, qui sont décrites au chapitre 1.1 Généralités, et des fonctions spécifiques décrites dans les chapitres 1.2 à 1.4 et visibles sur les schémas synoptiques.

1.1 Généralités

1.1.1 Normalisation spécifique à l'utilisateur

Il est possible de régler la plage de pressions correspondant au signal analogique de mesure (4...20 mA). Les plages de réglage sont les suivantes :

Pression@4mA : -5 ... 105 %FS
 Pression@20mA : -5 ... 105 %FS

L'étendue minimale (Pression@20mA - Pression@4mA) ne doit pas être ni inférieure à 25% de la plage nominale ni inférieure à 50 mbar.

A titre d'exemple, un réglage de 20%@4mA à 80%@20mA, respectivement 20%@4mA à -5%@20mA, est autorisé avec un transmetteur ayant une plage nominale de 1 bar.

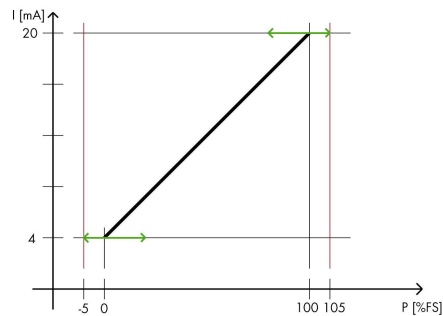


Figure 1 : Normalisation spécifique à l'utilisateur

La sortie digitale ne peut pas être normalisée. La plage de mesure est toujours représentée directement par 0...10000 points qui correspondent à 0...100 % de la plage de mesure.

1.1.2 Réétalonnage

Le réétalonnage permet de corriger les dérives à long terme du canal de mesure de pression. Il est possible de réétalonner le zéro (P_{NP}) aussi bien que la valeur finale (P_N). celles-ci peuvent être modifiées de +/- 5 %. A cet effet, il faut disposer d'une valeur mesurée par le PTM et d'une valeur de référence mesurée séparément.

1.1.3 Compensation thermique

Dans le cas des transmetteurs PTM, on distingue deux types de compensation thermique. Dans le cas de la compensation thermique active, la dérive thermique est mesurée dans un four et les données de compensation correspondantes sont enregistrées dans la mémoire. En fonctionnement, les transmetteurs sont donc l'objet d'une compensation thermique calculée. Dans le cas de la compensation thermique passive, la dérive thermique est compensée à l'aide de résistances. Comme cette méthode ne permet de corriger que des composantes linéaires, elle n'est pas aussi précise que la compensation active.

1.1.4 **Filtre passe-bas**

Le canal de mesure de pression comporte un filtre passe-bas qui permet d’inhiber les fluctuations rapides indésirables du signal de sortie et dont la fréquence de coupure est réglable.

Ce filtre limite la vitesse de croissance du signal de sortie. Plus la fréquence de coupure réglée est petite, plus l’amortissement sera grand.

Les fréquences de coupure disponibles sont 30 Hz (préréglage), 10 Hz, 1 Hz et 0.1 Hz.

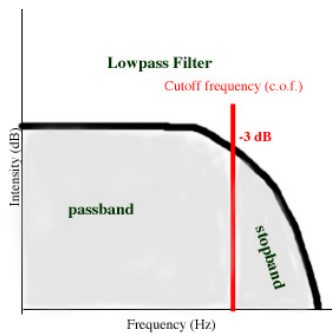


Figure 2 : Amortissement

1.2 **PTM 2 conducteurs**

1.2.1 **Fonctions**

Dans le cas du PTM 2 conducteurs, les fonctions suivantes sont disponibles :

- normalisation spécifique à l'utilisateur du canal analogique de mesure de pression
- réétalonnage du canal de mesure de pression
- compensation thermique active ou passive
- filtre d'amortissement

Les méthodes de calcul des différents paramètres sont indiquées dans les chapitres consacrés aux télégrammes Modbus.

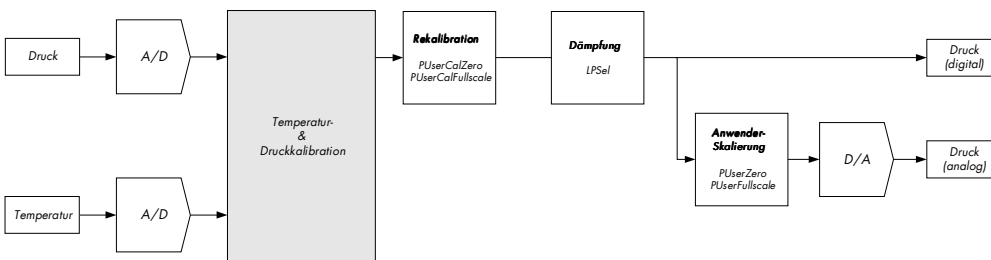


Figure 3 : Schéma synoptique PTM 2 conducteurs

1.2.2 **Interface**

Deux types de modulation sont utilisés pour la communication avec le transmetteur PTM 2 conducteurs. La communication dans le sens PC-transmetteur est réalisée par modulation de la tension d'alimentation. Le

transmetteur répond au PC par l'intermédiaire d'une modulation de courant. Les conducteurs de la boucle de courant sont donc utilisés pour la communication. Il faut tenir du fait que la sortie analogique n'est pas disponible pour la mesure pendant une procédure de communication pour les raisons mentionnées ci-dessus.

Les réglages sont les suivants :

Protocole :	Modbus (voir chapitre 2) avec couche 7 STS (voir chapitre 3)
Adresse pré-réglée :	240 (transmetteurs avant février 2004 : 255)
Vitesse modulation :	1200 bauds
Bits de donnée :	8
Parité :	néant
Bits d'arrêt :	2

1.3 PTM digital

1.3.1 Fonctions

Dans le cas du PTM digital, les fonctions suivantes sont disponibles :

- normalisation spécifique à l'utilisateur du canal analogique de mesure de pression
- réétalonnage du canal de mesure de pression
- compensation thermique active ou passive
- filtre d'amortissement
- sortie digitale de température (uniquement avec compensation thermique active)
- sortie analogique de température (option avec compensation thermique active)

Les méthodes de calcul des différents paramètres sont indiquées dans les chapitres consacrés aux télégrammes Modbus.

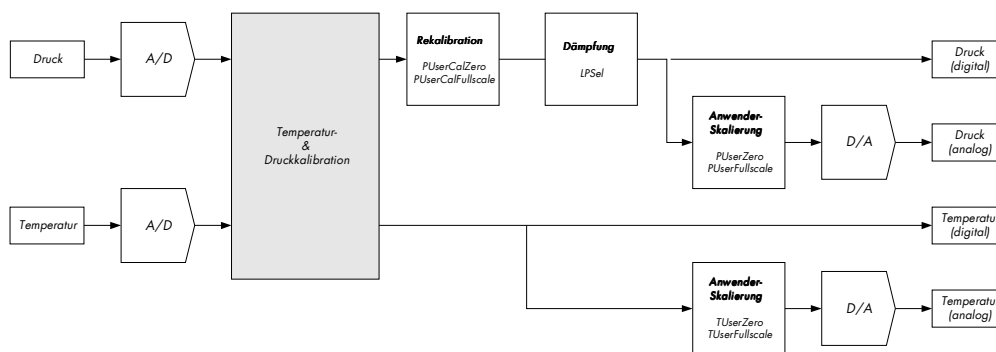


Figure 4 : Schéma synoptique PTM digital

1.3.2 Interface

Une interface RS485 est utilisée pour la communication avec le transmetteur PTM digital. Les réglages sont les suivants :

Protocole :	Modbus (voir chapitre 2) avec couche 7 Modbus (voir chapitre 4)
Adresse pré-réglée :	240 (transmetteurs avant février 2004 : 255)
Vitesse modulation :	9600 bauds
Bits de donnée :	8
Parité :	néant
Bits d'arrêt :	2



2 Modbus

2.1 Généralités

Le document [1] MODBUS over Serial Line contient les principes de la communication Modbus. Il décrit les couches (Layer) 1 et 2 du modèle de référence ISO/OSI.

La couche 7 décrit l'interprétation des données. Les transmetteurs PTM utilisent deux protocoles différents de couche 7 qui sont décrits dans les chapitres 3 et 4 du présent document.

2.1.1 Résumé

- Modbus est un protocole de communication Maître-Esclave.
- Les télégrammes Modbus en mode RTU ou binaire commencent toujours par une adresse (0 ... 247) et un Function Code (Fcn-Code). Viennent ensuite les octets de données (DB). Les télégrammes se terminent par 2 octets contenant la somme CRC.
- Les états de la communication (émission/réception/interruption) sont pilotés par des temporisations.
- L'ordre des octets pour la transmission d'un mot de données est le suivant :
 Données couche 7 STS : octet Lo – octet Hi
 Données couche 7 Modbus : octet Hi – octet Lo
 CRC dans les 2 cas : octet Lo – octet Hi

2.1.2 Structure des télégrammes

Trame :

Télégramme Modbus (requête ou réponse)								
Adresse	Fcn-Code	DB1	DB2	DB3	.....	DBn	CRC lo	CRC hi
1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet		1 octet	1 octet	1 octet

Le nombre d'octets de données (DB) est indiqué dans la définition du télégramme correspondant. Dans ce qui suit, l'adresse et la somme CRC ne sont plus mentionnées de façon explicite, mais font toujours partie intégrante du télégramme Modbus.

La somme CRC est répartie sur deux octets, l'octet Low étant transmis avant l'octet High. (Voir l'exemple ci-après)

On a donc : $CRC = CRC\ hi * 256 + CRC\ lo$

La somme CRC est calculée pour l'adresse, le Function Code et les octets de données. Si la requête comporte une erreur, aucune réponse n'est émise.

Exemple : couche 7 STS → Fonction Code 03 lire la pression et la température

Requête

Paramètre	Exemple (hexa)	Exemple (décimal)	Description
Adresse	11	17	
Code de fonction	03	03	
CRC low	2E	7470	CRC16
CRC high	1D		

Réponse

Paramètre	Exemple (hexa)	Exemple (décimal)	Description
Adresse	11	17	
Code de fonction	03	03	
Pression low	2E	5678	Pression en %FS * 100 (5687 = 56.78% FS)
Pression high	16		
Température low	FB	251	Température en %FS * 100 (251 = 2.51%FS)
Température high	00		
CRC low	0A	5130	CRC16
CRC high	14		

2.1.3 Exemple : code CRC16

Pour la somme CRC, le code CRC16 est utilisé. Pour éviter toute méprise, le programme en langage C figure ci-dessous :

```

unsigned short calcCRC16 (unsigned char *data, unsigned short count)
{
    unsigned int fcs = 0xFFFFU;          /* initial Frame Check Sequence (FCS) value */
    unsigned int d, i, k;
    for (i = 0; i < count; i++)
    {
        d = (((unsigned int) (*data++)) << 0U);
        for (k = 0; k < 8; k++)
        {
            if (((fcs ^ d) & 0x0001U) == 1)
            {
                fcs = (fcs >> 1) ^ 0xA001U; /* Generator Polynomial 0xA001U */
            }
            else
            {
                fcs = (fcs >> 1);
            }
            d >>= 1;
        }
    }
    return(fcs);
}
    
```

3 Protocole de couche 7 STS

3.1 Généralités

Le protocole de couche 7 STS est utilisé pour les transmetteurs 2 conducteurs et GR.

Dans le cas du PTM digital, il est possible de commuter entre le protocole de couche 7 Modbus et le protocole de couche 7 STS, cette commutation ne pouvant pas être enregistrée (temporaire). Ensuite, les télégrammes du protocole de couche 7 STS sont également disponibles pour le PTM digital.

Ce protocole est caractérisé par les conditions secondaires suivantes :

1. Les données sont transmises sous forme de mots de données (DW) constitués de 2 octets, c'est-à-dire que le nombre d'octets de données est toujours un multiple de 2.
2. Le nombre maximal d'octets de données est égal à 16 (8 DW). La longueur de télégramme maximale, y compris adresse, code de fonction et somme CRC, est donc égale à 20 octets.
3. L'adresse 0 (diffusion générale) est toujours active pour tous les transmetteurs, quelle que soit l'adresse réglée pour un transmetteur (ceci contredit les documents [1] et [2]). Cependant, cela signifie que la diffusion générale ne peut pas être utilisée dans un réseau auquel plusieurs transmetteurs sont raccordés simultanément, car, sinon, des collisions entre les réponses des transmetteurs se produiraient.
4. Les adresses de transmetteur autorisées sont 1...255. L'adresse 240 est pré-réglée (avant février 2004, l'adresse 255).
5. Les Fonction Codes autorisés sont 3...255. Cela est en contradiction avec le protocole Modbus, qui n'accepte que les codes inférieurs à 128, les codes supérieurs étant utilisés en tant qu'Exception.

3.2 Télégrammes standard

3.2.1 Aperçu des télégrammes

Les télégrammes standard sont regroupés dans le tableau ci-dessous. Les longueurs des télégrammes de requête et de réponse sont indiquées en octets de données, y compris adresse, Fonction Code et somme CRC.

Function Code	Description	2 conducteurs	Digital	GR	Longueur télégr. requête	Longueur télégr. réponse
03	Lire pression et température	X	X	X	4	8
04	Lire état des relais			X	4	8
30	Lire numéro de série	X	X	X	4	8
31	Lire version du firmware	X	X	X	4	6

Tableau 1 : Aperçu des télégrammes standard

3.2.2 Function Code 03 : lire pression et température

Requête	Réponse				
03	03	Pression			Température
1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet

Lit la pression et, dans le cas du transmetteur digital, à compensation thermique active également la température. Dans le cas des transmetteurs 2 conducteurs et GR, le champ de température ne contient pas de données valides, la trame étant cependant conservée.

Plage de valeurs : Bit Signed Integer (entier signé 16 bits) (-32'768...32'767), nominal 0...10'000 points ($P_{NP}...P_N$)

Pression Plage de valeurs : 0 ... 10000 points

$$\text{Calcul : } P[\text{bar}] = \text{pression} * \frac{(P_N[\text{bar}] - P_{NP}[\text{bar}])}{10000} + P_{NP}[\text{bar}]$$

Température Plage de valeurs : 0 ... 10000 points

$$\text{Calcul : } T[^\circ\text{C}] = \text{température} * \frac{(T_N[^\circ\text{C}] - T_{NP}[^\circ\text{C}])}{10000} + T_{NP}[^\circ\text{C}]$$

3.2.3 Function Code 30 : lire numéro de série

Requête	Réponse				
30	30	SN1		SN2	
1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet

Lit le numéro de série.

Plage de valeurs : nombre entier (32bit Unsigned Integer) entre 0 et ($2^{32}-1$) réparti sur 2 DW (SN1 et SN2) de 2 octets chacun.

Calcul : numéro de série = $SN2 * 65536 + SN1$
exemple : $SN1 = 53597$
 $SN2 = 2 \rightarrow$ numéro de série = 184669

3.2.4 Function Code 31: lire numéro de version

Requête	Réponse		
31	31	Numéro de version	
1 octet	1 octet	1 octet	1 octet

Lit le numéro de version du logiciel.

Version Plage de valeurs : nombre entier (16bit Unsigned Integer) entre 0 et 65535

Calcul : version de logiciel = numéro de version / 100
exemple : numéro de version 202 \equiv version de logiciel 2.02

3.3 Télégrammes complémentaires

3.3.1 Aperçu des télégrammes

Les télégrammes complémentaires sont regroupés dans le tableau ci-dessous. Les longueurs des télégrammes de requête et de réponse sont indiquées en octets de données, y compris adresse, Fonction Code et somme CRC.

Function Code	Description	2 conducteurs	Digital	GR	Longueur télégr.requête	Longueur réponse télégr.
112	Effacer données utilisateur	X	X	X	4	6
114	Transmettre mot de passe utilisateur	X	X	X	6	6
136	Lire paramètres utilisateur 1	X	X	X	4	20
137	Lire paramètres utilisateur 2	X	X	X	4	20
138	Lire paramètres utilisateur 3	X	X	X	4	20
152	Ecrire paramètres utilisateur 1	X	X	X	20	5
153	Ecrire paramètres utilisateur 2	X	X	X	20	5
154	Ecrire paramètres utilisateur 3	X	X	X	20	5
234	Lire paramètres usine 1	X	X	X	4	20
235	Lire paramètres usine 2	X	X	X	4	20

Tableau 2 : Aperçu des télégrammes complémentaires

3.3.2 Aperçu des paramètres

Paramètres utilisateur	Function Code	Paramètres usine	Function Code
Adresse	136, 152	PMax	234
LPSel	136, 152	PMin	234
PUserZero	136, 152	TMax	234
PUserFullscale	136, 152	TMin	234
TUserZero	136, 152	SN (SN1, SN2)	235
TUserFullscale	136, 152	HW_Ver	235
PUserCalZero	136, 152	HW_Index	235
PUserCalFullscale	136, 152	PTyp	235
Description	137, 153	CalTyp	235
Pon1	138, 154		
Poff1	138, 154		
DelayOn1	138, 154		
DelayOff1	138, 154		
Pon2	138, 154		
Poff2	138, 154		
DelayOn2	138, 154		
DelayOff2	138, 154		

Tableau 3 : Aperçu des paramètres des télégrammes complémentaires



- LPSEL** Description : représente l'amortissement réglé à la sortie analogique.
 Plage de valeurs : 0 : env. 30 Hz, pré réglage
 1 : 10 Hz
 2 : 1 Hz
 3 : 0.1 Hz
- PUserZero** Description : origine plage normalisée sortie analogique Pout (-5...105 %FS)
 Plage de valeurs : 19500 ... 30500, pré réglage : 20000 @ 0%FS
 Calcul : $4mA @ P[bar] = \frac{(PUserZero - 20000)}{10000} * (P_N[bar] - P_{NP}[bar]) + P_{NP}[bar]$
- PUserFullscale** Description : valeur finale plage normalisée sortie analogique Pout (-5...105 %FS)
 Plage de valeurs : -500 ... 10500, pré réglage : 10000 @ 100%FS
 Calcul : $20mA @ P[bar] = \frac{PUserFullscale}{10000} * (P_N[bar] - P_{NP}[bar]) + P_{NP}[bar]$
- TUserZero** Description : origine plage normalisée sortie analogique Tout (-5...105 %FS)
 Plage de valeurs : 19500 ... 30500, pré réglage : 20000 @ 0%FS
 Calcul : $4mA @ T[°C] = \frac{(TUserZero - 20000)}{10000} * (T_N[°C] - T_{NP}[°C]) + T_{NP}[°C]$
- TUserFullscale** Description : valeur finale plage normalisée sortie analogique Tout (-5...105 %FS)
 Plage de valeurs : -500 ... 10500, pré réglage : 10000 @ 100%FS
 Calcul : $20mA @ T[°C] = \frac{TUserFullscale}{10000} * (T_N[°C] - T_{NP}[°C]) + T_{NP}[°C]$
- PUserCalZero** Description : réétalonnage zéro
 Plage de valeurs : 19500 ... 30500, pré réglage : 20000 @ 0%FS
 Calcul : voir chapitre 5.1, Réétalonnage
- PUserCalFullscale** Description : réétalonnage valeur finale
 Plage de valeurs : -500 ... 10500, pré réglage : 10000 @ 100%FS
 Calcul : voir chapitre 5.1 éétalonnage

3.3.6 Fonction Code 137 : lire paramètres utilisateur 2

Requête	Réponse																								
137	137	Desc1			Desc2			Desc3			Desc4			Desc5			Desc6			Desc7			Desc8		
1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	

Lit la description. La description est constituée de 16 caractères au maximum. Les valeurs des différents octets correspondent aux valeurs décimales du tableau ASCII, l'octet Low de Desc1 représentant le premier caractère et l'octet High de Desc8 le dernier. Si tous les caractères ne sont pas nécessaires, les octets restants sont annulés. (voir aussi Fonction Code 153)

3.3.7 Function Code 234: lire paramètres usine 1

Requête	Réponse																	
234	234	PMax1			PMax2		PMin1		PMin2		TMax1		TMax2		TMin1		TMin2	
1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.

Lit les paramètres usine des plages de températures et de pressions.

Tous Plage de valeurs : nombre entier (32bit Integer) entre 0 et $(2^{32}-1)$ réparti sur 2 DW de 2 octets chacun.

PMax1, PMax2 Description : pression nominale du transmetteur
 Calcul : $P_{Max} = P_{Max2} * 65536 + P_{Max1}$
 si $P_{Max} > 2^{31}$
 $P_{Max} = (P_{Max2} * 65536 + P_{Max1}) - 2^{32}$
 $P_N [bar] = \frac{P_{Max}}{100000} [bar]$
 exemple : $P_{Max1} = 54464$
 $P_{Max2} = 1$ -> $P_{Max} = 120000$
 -> $P_N = 1.2 bar$

PMin1, PMin2 Description : zéro pression du transmetteur
 Calcul : $P_{Min} = P_{Min2} * 65536 + P_{Min1}$
 si $P_{Min} > 2^{31}$
 $P_{Min} = (P_{Min2} * 65536 + P_{Min1}) - 2^{32}$
 $P_{NP} [bar] = \frac{P_{Min}}{100000} [bar]$
 exemple : $P_{Min1} = 31072$
 $P_{Min2} = 65534$ -> $P_{Min} = -100'000$
 -> $P_{NP} = -1 bar$

TMax1, TMax2 Description : fin de la plage de températures du transmetteur
 Calcul : $T_{Max} = T_{Max2} * 65536 + T_{Max1}$
 si $T_{Max} > 2^{31}$
 $T_{Max} = (T_{Max2} * 65536 + T_{Max1}) - 2^{32}$
 $T_N [°C] = \frac{T_{Max}}{100000} [°C]$

TMin1, TMin2 Description : début de la plage de températures du transmetteur
 Calcul : $T_{Min} = T_{Min2} * 65536 + T_{Min1}$
 si $T_{Min} > 2^{31}$
 $T_{Min} = (T_{Min2} * 65536 + T_{Min1}) - 2^{32}$
 $T_{NP} [°C] = \frac{T_{Min}}{100000} [°C]$

3.3.8 Function Code 235: lire paramètres usine 2

Requête	Réponse																	
235	235	SN1			SN2		HW_Ver		HW_Index		PTyp		CalTyp					
1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.

Lit les paramètres usine numéro de série, version matérielle, indice matériel, type de pression et type de compensation thermique.

SN1, SN2 Description : numéro de série du transmetteur
 Plage de valeurs : nombre entier (32bit Integer) entre 0 et $(2^{32}-1)$ réparti sur 2 DW (SN1 et SN2) de 2 octets chacun.



Calcul : numéro de série = $SN2 * 65536 + SN1$
exemple : $SN1 = 53597$
 $SN2 = 2$ \rightarrow numéro de série = 184669

- HW_Ver** Description : version matérielle de la carte du transmetteur
 Plage de valeurs : 0 ... 9999
 Représentation : 6.00.xxxx.A
- HW_Index** Description : indice matériel de la carte du transmetteur
 Plage de valeurs : 65 ... 90 (valeurs ASCII décimales pour A ... Z)
 Représentation : 6.00.0000.x
- PTyp** Description : indique le type de pression du transmetteur
 Plage de valeurs : 0 : a pression absolue
 1 : g pression relative
 2 : sg pression relative par rapport à la pression
 atmosphérique
- CalTyp** Description : type de compensation thermique
 Plage de valeurs : 0 : compensation thermique passive
 1 : compensation thermique active
 (Explications concernant les compensations thermiques
 active et passive :
 voir chapitre 1 Types de transmetteurs PTM)

3.3.9 Function Code 152 : écrire paramètres utilisateur 1

Requête																Réponse				
152	Adresse				LPSEL		PUserZero		PuserFullscale		TUserZero		TUserFullscale		PUserCalZero		PUserCalFullscale		152	1
1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.

Écrit l'adresse, l'amortissement ainsi que les paramètres de normalisation et de réétalonnage dans la mémoire flash.

- Adresse :** Plage de valeurs : 1 ... 255 ;
 0 est réservé pour la diffusion générale et n'est pas autorisé.
 240 est le pré réglage à la livraison.
- LPSEL:** Description : représente la fréquence limite réglée à la sortie analogique.
 Plage de valeurs : 0 : env. 30 Hz pré réglage
 1 : 10 Hz
 2 : 1 Hz
 3 : 0.1 Hz

Pour le calcul de PuserZero et PuserFullscale, il faut tenir compte de ce qui suit :
 La plage minimale ($P[\text{bar}]@20\text{mA} - P[\text{bar}]@4\text{mA}$) ne doit être ni inférieure à 25% de la plage nominale ni inférieure à 50 mbar.

- PUserZero** Description : origine plage normalisée sortie analogique Pout
 (-5...105 %FS)
 Plage de valeurs : 19500 ... 30500, pré réglage : 20000 @ 0%FS



Calcul :
$$P_{UserZero} = \frac{(P[bar]@4mA - P_{NP}[bar])}{(P_N[bar] - P_{NP}[bar])} * 10000 + 20000$$

PUserFullscale Description : valeur finale plage normalisée sortie analogique Pout (-5...105 %FS)
 Plage de valeurs : -500 ... 10500, pré-réglage : 10000 @ 100%FS
 Calcul :
$$P_{UserFullscale} = \frac{P[bar]@20mA - P_{NP}[bar]}{(P_N[bar] - P_{NP}[bar])} * 10000$$

Pour le calcul de TUserZero und TuserFullscale, il faut tenir compte de ce qui suit :
 La plage minimale (T[°C]@20mA - T[°C]@4mA) ne doit pas être inférieure à 25% de la plage nominale.

TUserZero Description : origine plage normalisée sortie analogique Tout (-5...105 %FS)
 Plage de valeurs : 19500 ... 30500, pré-réglage : 20000 @ 0%FS
 Calcul :
$$T_{UserZero} = \frac{(T[°C]@4mA - T_{NP}[°C])}{(T_N[°C] - T_{NP}[°C])} * 10000 + 20000$$

TUserFullscale Description : valeur finale plage normalisée sortie analogique Tout (-5...105 %FS)
 Plage de valeurs : -500 ... 10500, pré-réglage : 10000 @ 100%FS
 Calcul :
$$T_{UserFullscale} = \frac{(T[°C]@20mA - T_{NP}[°C])}{(T_N[°C] - T_{NP}[°C])} * 10000$$

PUserCalZero Description : réétalonnage zéro
 Plage de valeurs : 19500 ... 30500, pré-réglage : 20000 @ 0%FS
 Calcul : voir chapitre 5.1, Réétalonnage

PUserCalFullscale Description : réétalonnage valeur finale
 Plage de valeurs : -500 ... 10500, pré-réglage : 10000 @ 100%FS
 Calcul : voir chapitre 5.1 Réétalonnage

Kommentar [mi1]: 5.1

3.3.10 Function Code 153 : écrire paramètres utilisateur 2

Requête																	
153	Desc1			Desc2		Desc3		Desc4		Desc5		Desc6		Desc7		Desc8	
1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.

Réponse		
153	1	
1 o.	1 o.	1 o.

Écrit la description dans la mémoire flash. La description est constituée de 16 caractères au maximum. Les valeurs des différents octets correspondent aux valeurs décimales du tableau ASCII, l'octet Low de Desc1 représentant le premier caractère et l'octet High de Desc8 le dernier. Si tous les caractères ne sont pas nécessaires, les octets restants sont annulés.

Exemple : chaîne de caractères 0 – 10 mWs g

Caractère	ASCII (hexa)	DW (hexa)	DW (déci)	Description
"0"	0x30	2030h	8240d	Desc1
" "	0x20			
"."	0x2D	202Dh	8237d	Desc2
" "	0x20			
"1"	0x31	3031h	12337d	Desc3
"0"	0x30			
" "	0x20	6D20h	27936d	Desc4
"m"	0x6D			
"W"	0x57	7357h	29527d	Desc5
"s"	0x73			
" "	0x20	6720h	26400d	Desc6
"g"	0x67			
	0x00	0000h	0d	Desc7
	0x00			
	0x00	0000h	0d	Desc8
	0x00			

Procédure lors de l'écriture dans la mémoire

Du fait de l'organisation de la mémoire flash, il est nécessaire de respecter la procédure suivante lors de l'écriture :

1. Lecture des paramètres utilisateur (Function Codes 136 à 138)
2. Mémorisation des valeurs dans le PC
3. Transmission du mot de passe (Function Code 114)
4. Effacement de la mémoire flash (Function Code 112)
5. Lire éventuellement le contenu de la mémoire flash (contrôle de l'effacement) (Function Codes 136 à 138)
Tous les paramètres doivent avoir la valeur 65535.
→ Comme l'adresse a une valeur indéfinie à partir d'ici, utiliser l'adresse 0 pour écrire les paramètres. Sous cette adresse, la communication avec un transmetteur est toujours possible, indépendamment de l'adresse réglée.
6. Etablissement de la liste des nouveaux paramètres utilisateur

7. Ecriture des paramètres utilisateur (Function Codes 152 à 154)
Ces trois Function Codes doivent toujours être utilisés successivement !
Il n'est pas possible de n'écraser que certains paramètres ou certaines lignes !
8. Lecture du contenu de la mémoire flash (contrôle de l'écriture) (Function Codes 136 à 138)
Si l'opération d'écriture a été infructueuse, il faut recommencer la procédure à partir du point 4.

4 Protocole de couche 7 Modbus

4.1 Généralités

Le protocole de couche 7 Modbus est utilisé pour le transmetteur PTM digital, qui peut être intégré dans un réseau grâce à l'interface RS485.

Les principes de ce protocole sont décrits dans le document [2], MODBUS Application Protocol Specification.

Les accès aux données sont réalisés par l'intermédiaire de codes de fonction fixes et d'un système d'indices. Un indice de début (SI ; à partir de quel indice lire/écrire) et une longueur (L ; combien d'indices) sont également transmis. Dans certains cas, la longueur est indiquée à l'aide d'un ByteCount (BC), ByteCount étant égal à 2 * longueur.

Ce protocole est caractérisé par les conditions secondaires suivantes :

1. Les paramètres (données sans indice de début, longueur ou ByteCount) sont transmis sous forme de mots de données (DW) constitués de 2 octets.
2. Le nombre maximal d'octets de paramètres (données sans indice de début, longueur ou ByteCount) est égal à 16, 8 DW. La longueur maximale d'un télégramme, y compris adresse, code de fonction, indice de début, longueur, ByteCount et somme CRC, est donc égale à 25 octets (code de fonction 16, Write Multiple Registers).
3. Dans le cas du protocole de couche 7 Modbus, l'adresse 0 est une adresse de diffusion générale, c.-à-d. que tous les transmetteurs raccordés exécutent la requête et qu'aucun ne répond.
4. Les adresses de transmetteur autorisées sont 1...247. L'adresse 240 est pré-réglée.
5. Les indices de début ont été définis de sorte que l'on obtienne toujours des blocs constitués de huit indices consécutifs au maximum. Cette longueur peut encore être gérée par la mémoire de réception du PTM.

4.2 Télégrammes standard

4.2.1 Aperçu des télégrammes

Les télégrammes standard sont regroupés dans le tableau ci-dessous. Les longueurs des télégrammes de requête et de réponse sont indiquées en octets de données, y compris adresse, Function Code et somme CRC.

Function Code	Description	2 conducteurs	Digital	GR	Longueur télégr.requête	Longueur télégr.réponse
04	Read Input Registers		X		8	5 + 2 * longueur

Tableau 4 : Aperçu des télégrammes standard

4.2.2 Function Code 04 : Read Input Register

Requête					Réponse								
04	Indice début		Longueur		04	ByteCount	DW1		DW2		.....	DWn	
1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.		1 o.	1 o.

Le nombre de mots de données (1...maximum 8) dépend de la longueur indiquée dans le télégramme de requête.

ByteCount est égal au nombre d'octets de données transmis ou à 2 * longueur.

4.2.3 Aperçu des indices de début

Avec le code de fonction 04, il est possible de lire les paramètres en utilisant les indices de début suivants :

Paramètre utilisateur	Indice de début	Accès
Pression mesurée	0	r
Température mesurée	1	r
Version de logiciel	7	r

Tableau 5 : Aperçu des indices de début des télégrammes standard

Accès r : uniquement lecture

4.2.4 Indice de début 0 : pression mesurée

Pression Plage de valeurs : 0 ... 10000 points

$$\text{Calcul : } P[\text{bar}] = \text{Pression}[\text{Points}] * \frac{(P_N[\text{bar}] - P_{NP}[\text{bar}])}{10000} + P_{NP}[\text{bar}]$$

Plage de valeurs : Bit Signed Integer (entier signé 16 bits) (-32'768...32'767), nominal 0...10'000 points (P_{NP}...P_N)

4.2.5 Indice de début 1 : température mesurée

Température Plage de valeurs : 0 ... 10000 points

$$\text{Calcul : } T[^\circ\text{C}] = \text{Température}[\text{Points}] * \frac{(T_N[^\circ\text{C}] - T_{NP}[^\circ\text{C}])}{10000} + T_{NP}[^\circ\text{C}]$$

Plage de valeurs : Bit Signed Integer (entier signé 16 bits) (-32'768...32'767), nominal 0...10'000 points (P_{NP}...P_N)

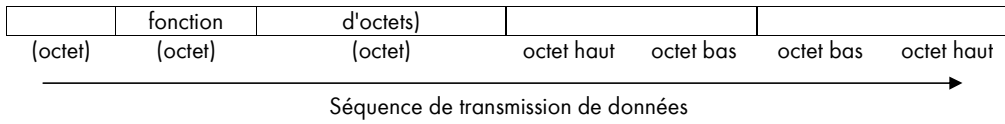
Exemple de code d'émission (au format hex.) pour un capteur ayant l'adresse 240_{10r} ou F0₁₆ :
T_{NP} = -10°C, T_N = 50°C

F0	04	00	01	00	01	75	2B
Adresse	Code de fonction	Indice de début		Longueur		CRC	
(octet)	(octet)	octet haut	octet bas	octet haut	octet bas	octet bas	octet haut

→ Séquence de transmission de données

Exemple de réponse (au format hex.) pour un capteur ayant l'adresse 240_{10r} ou F0₁₆ :

F0	04	02	15	EF	8B	F9
Adresse	Code de	ByteCount (Nombre	Température [Points]	CRC		



Conversion de l'exemple : $T = 5615 * \frac{(50 - (-10))}{10000} + (-10) = 23.69^{\circ}C$

4.2.6 Indice de début 7 : version de logiciel

Version Plage de valeurs : nombre entier (16bit Unsigned Integer) entre 0 et 65535
 Calcul : version de logiciel = numéro de version / 100
exemple : numéro de version 202 ≡ version de logiciel 2.02

4.3 Télégrammes complémentaires

4.3.1 Aperçu des télégrammes

Les télégrammes complémentaires sont regroupés dans le tableau ci-dessous. Les longueurs des télégrammes de requête et de réponse sont indiquées en octets de données, y compris adresse, Fonction Code et somme CRC.

Function Code	Description	2 conducteurs	Digital	GR	Longueur télégr.requête	Longueur télégr.réponse
03	Read Holding Registers		X		8	5 + 2*longueur
16	Write Multiple Registers		X		9 + 2*longueur	8

Tableau 6 : Aperçu des télégrammes complémentaires

4.3.2 Function Code 03 : Read Holding Register

Requête					Réponse									
03	Indice début			Longueur		03	ByteCount	DW1		DW2		.....	DWn	
1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.

Le nombre de mots de données (1...maximum 8) dépend de la longueur indiquée dans le télégramme de requête.

ByteCount est égal au nombre d'octets de données transmis ou à 2 * longueur.

4.3.3 Function Code 16: Write Multiple Register

Requête								Réponse									
16	Indice début			Longueur		BC	DW1		DWn		16	Indice début			Longueur	
1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	

Le nombre de mots de données (1...maximum 8) dépend de la longueur indiquée dans le télégramme de requête.

ByteCount est égal au nombre d'octets de données transmis ou à 2 * longueur.

4.3.4 Aperçu des indices de début

Avec les codes de fonction 03 et 16, il est possible de lire ou d'écrire les paramètres en utilisant les indices de début suivants :

Paramètre utilisateur	Indice de début	Accès	Paramètre usine	Indice de début	Accès
Protocole de couche 7	0	rw	PMax	200 + 201	r
Transmettre mot de passe utilisateur	2	w	PMin	202 + 203	r
Transmettre mot de passe utilisateur + effacer données	4	w	TMax	204 + 205	r
Adresse	20	rw	TMin	206 + 207	r
LPSel	21	rw	SN (SN1, SN2)	210 + 211	r
PUserZero	22	rw	HW_Ver	212	r

240 est le pré réglage à la livraison.

4.3.9 Indice de début 21 : filtre passe-bas

LPSel:	Description :	représente l'amortissement réglé à la sortie analogique du canal de mesure de pression.
	Plage de valeurs :	0 : env. 30 Hz pré réglage
		1 : 10 Hz
		2 : 1 Hz
		3 : 0.1 Hz

4.3.10 Indice de début 22 : origine plage normalisée pressions sortie analogique

PUserZero	Description :	origine plage normalisée sortie analogique Pout (-5...105 %FS)
	Plage de valeurs :	19500 ... 30500, pré réglage : 20000 @ 0%FS
	Lecture :	$4mA @ P[bar] = \frac{(P_{UserZero} - 20000)}{10000} * (P_N[bar] - P_{NP}[bar]) + P_{NP}[bar]$
	Ecriture :	$P_{UserZero} = \frac{(P[bar] @ 4mA - P_{NP}[bar])}{(P_N[bar] - P_{NP}[bar])} * 10000 + 20000$

4.3.11 Indice de début 23 : valeur finale plage normalisée pressions sortie analogique

PUserFullscale	Description :	valeur finale plage normalisée sortie analogique Pout (-5...105 %FS)
	Plage de valeurs :	-500 ... 10500, pré réglage : 10000 @ 100%FS
	Lecture :	$20mA @ P[bar] = \frac{P_{UserFullscale}}{10000} * (P_N[bar] - P_{NP}[bar]) + P_{NP}[bar]$
	Ecriture :	$P_{UserFullscale} = \frac{P[bar] @ 20mA - P_{NP}[bar]}{(P_N[bar] - P_{NP}[bar])} * 10000$

4.3.12 Indice de début 24 : origine plage normalisée températures sortie analogique

TUserZero	Description :	origine plage normalisée sortie analogique Tout (-5...105 %FS)
	Plage de valeurs :	19500 ... 30500, pré réglage : 20000 @ 0%FS
	Lecture :	$4mA @ T[°C] = \frac{(T_{UserZero} - 20000)}{10000} * (T_N[°C] - T_{NP}[°C]) + T_{NP}[°C]$
	Ecriture :	$T_{UserZero} = \frac{(T[°C] @ 4mA - T_{NP}[°C])}{(T_N[°C] - T_{NP}[°C])} * 10000 + 20000$

4.3.13 Indice de début 25 : valeur finale plage normalisée températures sortie analogique

TUserFullscale	Description :	valeur finale plage normalisée sortie analogique Tout (-5...105 %FS)
	Plage de valeurs :	-500 ... 10500, pré réglage : 10000 @ 100%FS
	Lecture :	$20mA @ T[°C] = \frac{T_{UserFullscale}}{10000} * (T_N[°C] - T_{NP}[°C]) + T_{NP}[°C]$



Ecriture :
$$T_{UserFullscale} = \frac{(T[^{\circ}C] @ 20mA - T_{NP}[^{\circ}C])}{(T_N[^{\circ}C] - T_{NP}[^{\circ}C])} * 10000$$

4.3.14 Indice de débit 26 : réétalonnage zéro pression

PUserCalZero Description : réétalonnage zéro
 Plage de valeurs : 19500 ... 30500, pré réglage : 20000 @ 0%FS
 Calcul : voir chapitre 5.2 Réétalonnage

4.3.15 Indice de débit 27 : réétalonnage valeur finale pression

PUserCalFullscale Description : réétalonnage valeur finale
 Plage de valeurs : -500 ... 10500, pré réglage : 10000 @ 100%FS
 Calcul : voir chapitre 5.2 Réétalonnage

4.3.16 Indice de débit 30...37 : description de l'appareil

La description est constituée de 16 caractères au maximum. Les valeurs des différents octets correspondent aux valeurs décimales du tableau ASCII, l'octet Low de Desc1 représentant le premier caractère et l'octet High de Desc8 le dernier. Si tous les caractères ne sont pas nécessaires, les octets restants sont annulés.

Exemple : chaîne de caractères 0 – 10 mWs g

Caractère	ASCII (hexa)	DW (hexa)	DW (déci)	Description
"0"	0x30	2030h	8240d	Desc1
" "	0x20			
"_"	0x2D	202Dh	8237d	Desc2
" "	0x20			
"1"	0x31	3031h	12337d	Desc3
"0"	0x30			
" "	0x20	6D20h	27936d	Desc4
"m"	0x6D			
"W"	0x57	7357h	29527d	Desc5
"s"	0x73			
" "	0x20	6720h	26400d	Desc6
"g"	0x67			

4.3.20 Indice de début 206+207 : début de la plage de températures

Type de donnée signed long

TMin1, TMin2 Description : début de la plage de températures du transmetteur
 Calcul : $TMin = TMin2 * 65536 + TMin1$
 si $TMin > 2^{31}$
 $TMin = (TMin2 * 65536 + TMin1) - 2^{32}$
 $T_{nr} [^{\circ}C] = \frac{TMin}{100000} [^{\circ}C]$

4.3.21 Indice de début 210+211 : numéro de série

Type de donnée unsigned long

SN1, SN2 Description : numéro de série du transmetteur
 Plage de valeurs : nombre entier (32bit Integer) entre 0 et $(2^{32}-1)$
 réparti sur 2 DW (SN1 et SN2) de 2 octets chacun.
 Calcul : $numéro\ de\ série = SN2 * 65536 + SN1$
 exemple : $SN1 = 53597$
 $SN2 = 2 \rightarrow numéro\ de\ série = 184669$

4.3.22 Indice de début 212 : version matérielle

HW_Ver Description : version matérielle de la carte du transmetteur
 Plage de valeurs : 0 ... 9999
 Représentation : 6.00.xxxx.A

4.3.23 Indice de début 213 : indice matériel

HW_Index Description : indice matériel de la carte du transmetteur
 Plage de valeurs : 65 ... 90 (valeurs ASCII décimales pour A ... Z)
 Représentation : 6.00.0000.x

4.3.24 Indice de début 214 : type de pression

PTyp Description : indique le type de pression du transmetteur
 Plage de valeurs : 0 : a pression absolue
 1 : g pression relative
 2 : sg pression relative par rapport à la pression atmosphérique

4.3.25 Indice de début 215 : type de compensation thermique

CalTyp Description : type de compensation thermique
 Plage de valeurs : 0 : compensation thermique passive
 1 : compensation thermique active
 (Explications : voir chapitre 1 Types de transmetteurs PTM)

4.4 Traitement des Exceptions

4.4.1 Généralités

Dans le protocole de couche 7 Modbus, un nœud de réseau répond par une Exception si la requête était erronée. Erroné ne signifie cependant pas :

- adresse d'appareil erronée
- somme CRC erronée

Dans ces deux cas, aucune réponse ne doit être envoyée.

La réponse Exception est caractérisée par le fait que 128 a été ajouté au code de fonction. Exemple : Dans le cas du code de fonction 03, la réponse comporte le code de fonction 131 en présence d'une Exception.

4.4.2 Réponse Exception

Requête					Réponse	
xx	.....	.....	.....	.....	xx + 128	ExceptionCode
1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.	1 o.

Comme indiqué ci-dessus, le code de fonction de la réponse est le code de fonction de la requête augmenté de 128. Le code d'Exception permet de connaître la nature de l'erreur survenue chez le récepteur.

4.4.3 Codes d'Exception

Les codes d'Exception sont les suivants :

ExceptionCode	Description de l'erreur
1	Le code de fonction utilisé dans la requête n'est pas supporté par l'appareil.
2	a) L'indice de début utilisé dans la requête n'est pas supporté par l'appareil. b) La longueur utilisé dans la requête est trop grande pour cet indice de début.
3	La longueur utilisé dans la requête est égale à 0.
4	a) Les droits (écriture/lecture) sont insuffisants pour un indice utilisé dans la requête. b) La plage de valeurs des données à écrire n'a pas été respectée.

Tableau 8 : Codes d'Exception

4.5 Procédure lors de l'écriture dans la mémoire

Du fait de l'organisation de la mémoire flash, il est nécessaire de respecter la procédure suivante lors de l'écriture :

1. Lecture des paramètres utilisateur (Function Code 03, indice de début 20 + 30, longueur 8 pour chaque indice de début)
2. Mémorisation des valeurs dans le PC
3. Transmission du mot de passe et effacement de la mémoire flash (Function Code 16, indice de début 4, longueur 1)
Après l'effacement de la mémoire flash, l'adresse par défaut 240 (0xF0) est réglée, jusqu'à ce qu'elle soit redéfinie lors du prochain accès en lecture avec la valeur correspondant à l'indice de début 20 (voir point 6).
C'est pourquoi l'adresse 240 ne doit être utilisée que si le réseau ne comporte qu'un seul transmetteur. Si plusieurs transmetteurs sont raccordés au réseau, l'adresse 240 ne doit être utilisée en permanence pour aucun transmetteur, car, sinon, des collisions peuvent survenir sur le bus !
4. Lire éventuellement le contenu de la mémoire flash (contrôle de l'effacement) (Function Code 03, indice de début 20 + 30, longueur 8 pour chaque indice de début)
Tous les paramètres doivent avoir la valeur 65535.
5. Etablissement de la liste des nouveaux paramètres utilisateur
6. Ecriture des paramètres utilisateur (Function Code 16, indice de début 20 + 30, longueur 8 pour chaque indice de début)
L'indice de début 20 doit toujours être écrit en premier, pour que l'adresse soit redéfinie. Il est ensuite possible d'utiliser l'adresse correcte.
Les trois blocs d'indices doivent toujours être écrits successivement !
Il n'est pas possible de n'écraser que certains paramètres ou certaines lignes !
7. Lecture du contenu de la mémoire flash (contrôle de l'écriture) (Function Code 03, indice de début 20 + 30, longueur 8 pour chaque indice de début)
Si l'opération d'écriture a été infructueuse, il faut recommencer la procédure à partir du point 3.

5 Procédure de réétalonnage et calculs

5.1 Réétalonnage

5.1.1 Généralités

Les capteurs sont étalonnés en usine. Les dérives à long terme peuvent provoquer des erreurs d'offset et des erreurs à pleine échelle (Fullscale). Le réétalonnage permet de compenser ces deux erreurs dans une certaine mesure. Il est recommandé de ne procéder à un réétalonnage que si une pression de référence au moins 5 fois plus précise que le capteur est disponible.

Il faut également tenir compte du fait que la position du capteur peut avoir une influence décisive sur l'étalonnage. En usine, les capteurs sont étalonnés dans les conditions suivantes : position verticale, organe sensoriel orienté vers le bas, température ambiante.

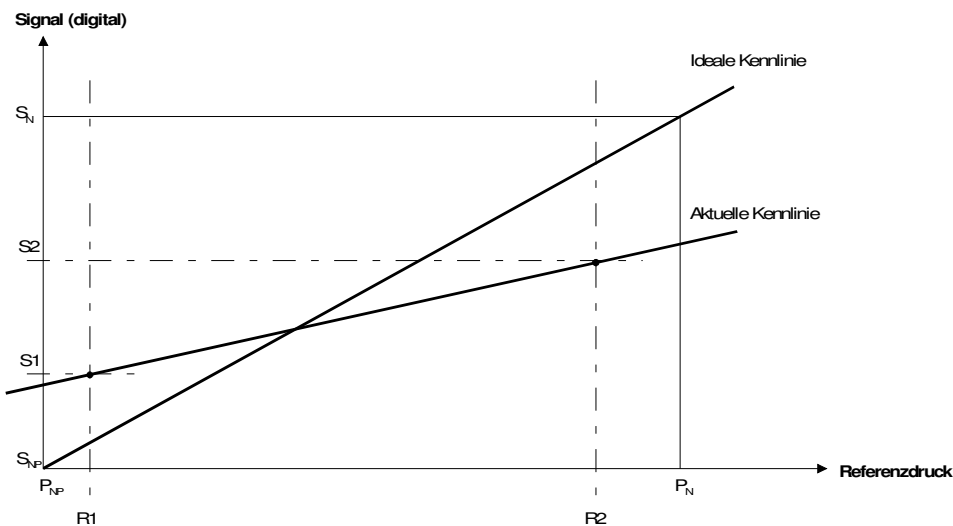


Figure 7: Courbes pour le réétalonnage

Abréviation	Description	Plage de valeurs	Unité
P _{NP}	Zéro pression du transmetteur	fixe, selon commande	[unité]
P _N	Pression nominale du transmetteur	fixe, selon commande	[unité]
R1	Pression de référence dans la plage -5 ... 10 %FS	Mesure de référence	[unité]
R2	Pression de référence dans la plage 90 ... 105 %FS	Mesure de référence	[unité]
S _{NP}	Signal digital de pression pour le zéro pression du transmetteur	0	[digits]
S _N	Signal digital de pression pour la pression nominale du transmetteur	10000	[digits]
S1	Signal digital de pression pour R1	Mesure PTM, -500 ... 10500	[digits]
S2	Signal digital de pression pour R2	Mesure PTM, 500 ... 10500	[digits]

Tableau 9: Signaux pour le réétalonnage

5.1.2 Protocole de couche 7 STS

La lecture des valeurs S1 et S2 a lieu avec le Function Code 03 (voir chapitre 3.2.2). Il est important que les pressions de référence R1 et R2 soient déterminées en même temps que S1 et S2. PuserCalFullscale et PuserCalZero sont lus avec le Function Code 136 (voir chapitre 3.3.5) et écrits avec le Function Code 152 (voir chapitre 3.3.10).

5.1.3 Protocole de couche 7 Modbus

La lecture des valeurs S1 et S2 a lieu avec le Function Code 04 et l'indice de début 0 (voir chapitre 4.2.4). Il est important que les pressions de référence R1 et R2 soient déterminées en même temps que S1 et S2. PuserCalFullscale et PuserCalZero sont lus avec le Function Code 03 et les indices de début 26 et 27 (voir chapitre 4.3.14/15) et écrits avec le Function Code 16 et les indices de début 26 et 27 (voir chapitre 4.3.14/15).

5.1.4 Calculs

Les calculs à effectuer pour le réétalonnage du transmetteur PTM sont indiqués ci-dessous :

Calculer la pente actuelle du PTM :

$$G_{PTM} = \frac{10000}{(P_{UserCalFullscale}_{ancien} - (P_{UserCalZero}_{ancien} - 20000))}$$

Offset Dans le cas d'une correction d'erreur d'offset, on a :

$$G = \frac{(S_N - S1)}{(P_N - R1)}$$

Dans le cas d'une correction d'erreur d'offset
et à pleine échelle, on a :

$$G = \frac{(S2 - S1)}{(R2 - R1)}$$

On obtient donc :

$$P_{UserCalZero}_{nouveau} = P_{UserCalZero}_{ancien} + \frac{(S1 - (R1 - P_{NP}) * G)}{G_{PTM}}$$

Fullscale Dans le cas d'une correction d'erreur à pleine échelle, on a :

$$G = \frac{(S2 - S_{NP})}{(R2 - P_{NP})}$$

Dans le cas d'une correction d'erreur d'offset
et à pleine échelle, on a :

$$G = \frac{(S2 - S1)}{(R2 - R1)}$$

On obtient donc :

$$P_{UserCalFullscale}_{nouveau} = P_{UserCalFullscale}_{ancien} - \frac{(S_N - S2 - (P_N - R2) * G)}{G_{PTM}}$$

5.2 Conversions d'unités

5.2.1 Unités de pression

Dans le tableau ci-dessous sont regroupés les facteurs permettant la conversion d'une unité quelconque dans l'unité bar.

Unité	Facteur de conversion
bar	1
ft H2O	0.02989
ft WC	0.02989
hPa	0.001
inHG	0.03386
inH2O	0.00249
inWG	0.00249
kg*/cm2	0.98067
kPa	0.01
kp/cm2	0.98067
lbf/in2	0.06895
mbar	0.001
mCE	0.09807
mFC	0.07993

Unité	Facteur de conversion
mFG	0.09464
mH2O	0.09807
mmHg	0.00133
mmH2O	0.0001
mmWC	0.0001
mmWG	0.0001
mmWS	0.0001
MPa	10
mWC	0.09807
mWG	0.09807
mWS	0.09807
Pa	0.00001
psi	0.06895

Tableau 10 : Unités de pression

5.2.2 Unités de température

degrés Kelvin -> degrés Celsius:

$$T[°C] = T[K] - 273.15$$

degrés Celsius -> degrés Kelvin:

$$T[K] = T[°C] + 273.15$$

degrés Fahrenheit -> degrés Celsius:

$$T[°C] = 5/9 * T[F] - 160/9$$

degrés Celsius -> degrés Fahrenheit:

$$T[°F] = 9/5 * T[°C] + 32$$