

Sommaire

	1
Avant-propos	1
1 - CLAUSES GENERALES ET DOCUMENTATIONS	9
1.1 - Objet	9
1.2 - Conformité	9
1.3 - Responsabilité du vendeur	9
1.4 - Dossier technique	9
1.4.1 - Présentation des documents	9
1.4.2 - Documents préliminaires	11
1.4.3 - Constitution du dossier	12
1.4.4 - Documents des réservoirs soumis à pression de gaz	12
1.5 - Choix des composants	12
2 – SECURITE – conception des circuits	13
2.1 – les textes législatifs	13
2.2 – ISO 13849 conception des circuits de commande relatifs à la sécurité	13
2.3 - conception des circuits de commande relatifs à la sécurité	14
2.3.1 - Principes de sécurité	15
2.3.2 - Possibilité de couverture de diagnostics	17
2.3.3.- Mesures de prévention des causes communes de defaillances (CCF)	17
2.3.4 – niveau de performance	19
2.4 – ISO 4414	19
2.5 - CONSIGNATIONS	21
2.5.1 - Rappel sur la consignation	21
2.5.3 - Vanne de mise en pression progressive	24
3 - Qualité de l'air	27
3.1 – norme ISO 8573-1 : 2010	27
3.2 - Exigences du Donneur d'Ordre	29
3.3 - Comment atteindre les différentes QUALITE DE L'AIR ?	29
4 - LE RESEAU	31
4.1 – Définition de la pression	31
4.2 - Généralités	33
4.3 - Architecture du réseau	33
4.4 - Schéma de principe	34
4.5 - Réservoir d'air	35
4.5.1 - Généralités	35
4.5.2 - législation	35
4.5.3 – Equipements	36
4.5.4 - Entretien	36

4.6 - Traitement de l'air du réseau	37
4.6.1 - schéma de principe de traitement d'un réseau d'air comprimé	37
4.6.2 - Séparateur cyclonique	38
4.6.3 - Filtres	39
4.6.4 - Sécheur	40
4.6.5 - Purgeur de condensat	41
5 – FILTRE – REGULATEUR – LUBRIFICATEUR (FRL)	43
5.1 - Filtre	44
5.2 - Régulateur de pression	45
5.3 - Lubrificateur	46
5.4 – Tableau rappel des limites de lecture des débits	47
5.5 – Agencement des composants	49
5.5.1 - Traitement classique pour mouvement Tout ou Rien	49
5.5.2 - Traitement pour circuit avec régulation ou basse pression (< 2 bar)	50
6 – DIMENSIONNEMENT DES COMPOSANTS	51
6.1 – Différente expression du débit d'un composant	51
6.2 - Coefficient de débit	52
6.3 – Débit des composants	53
6.3.1 – calculs débit d'un distributeur	53
6.3.2 – Abaque selon ISO 6358	54
6.3.3 – calculs avec C et b	54
6.3.3 – Nomogramme pour Kv	56
6.3.4 - Correspondance entre taille et débit pour les distributeurs ISO	57
7 - LA DISTRIBUTION	59
7.1 – Distributeur à tiroir	59
7.1.1 - Distributeur ISO 5599-1	60
7.1.2 – Distributeur ISO 15407-1	63
7.1.3 - Distributeur NAMUR	64
7.1.4 - Distributeur à clapet	65
7.1.5 – Ilots de distributeurs et bus de terrain	65
7.1.6 – Connecteur électrique	66
7.1.7 – Comparaison électrovannes CA/CC	66
7.1.8 – Endurance - durée de vie	66
7.2 - Régulateur de pression	67
7.3 - Réducteur de débit	67
7.4 - Les accessoires	68
7.4.1 - Les bloqueurs 2/2	68
7.4.2 - Soupape à décharge rapide	69
7.4.3 – Silencieux	70
8 - INSTRUMENTATION	75
8.1 - Manomètres	75
8.2 – Capteurs de pression	75
8.3 - Pressostats	75
8.4 – Débitmètres	77
9 - PANNEAUX / COFFRET DE DISTRIBUTION PNEUMATIQUE	79
9.1 - Positionnement du panneau ou du coffret sur la machine	79
9.2 - Choix du support	79

9.3 - Armoire de distribution	80
9.4 – Mauvaises pratiques	81
10 - Alimentation électrique	83
10.1 - Alimentation électrique	83
10.2 - Coffrets de raccordement électrique	83
11 – VERINS	85
11.1- Normes applicables aux vérins	85
11.1.1 - Vérin cylindrique ISO 6432	86
11.1.2 - Vérin ISO 15552	86
11.1.3 - Vérins CNOMO	86
11.1.4 - Normalisations dimensionnelles et interchangeabilité	87
11.1.5 – Vérin compact	89
11.1.6 - Vérins sans tige	89
11.2 – Dimensionnement d'un vérin	91
11.2.1 - Définir le taux de charge	91
11.2.2 - Vitesse du piston	92
11.2.3 – Détermination du vérin par rapport à la charge	92
11.2.3 – Forces statique et dynamique	93
11.2.4 - Amortissement	94
11.2.5 – Flambage de la tige	96
11.2.6 - Entretoises	98
11.2.8 - Débits consommés par les vérins	99
11.2.9 - Infos sur les vérins	99
11.3 – Bloqueur de tige	100
11.3.1 - Exemple de principe de fonctionnement	100
11.3.2 – Blocage statique et dynamique	101
11.3.3 – Recommandations de montage et de fonctionnement	102
11.4 - Surveillance position	104
11.4.1 - Capteur magnétique de type Reed	104
11.4.2 - Capteur magnéto-résistif	104
11.5 - Cahier des charges d'un vérin	105
11.5.1 – Résumé des exigences d'un donneur d'ordre	105
11.5.2 - Tests de réception des vérins pneumatiques	106
12.- MOTEURS PNEUMATIQUES	107
13 – VANNES DE CONTRÔLE DES FLUIDES	109
13.1 – les vannes de distribution ou électrovanne	109
13.1.1 - Electrovanne 2/2 et 3/2	109
13.1.2 – Vannes à commande par pression	111
13.1.3 - Vannes coaxiales	114
13.1.4 - Comment sélectionner une électrovanne	115
13.1.5 – Vanne proportionnelle	116
13.2 – les vannes TOR	117
13.3 - Electrovanne de décolmatage	118
13.6.1 - technologie	118
13.3.2 - Calculs	118
13.4 - Actionneurs:	120
14 - ELEMENTS DE LIAISON	123
14.1 - Tubes acier	124
14.1.1 - Choix des tubes	124
14.1.3 - Cheminement des tuyauteries	126

14.1.4 - Fabrication des tronçons de tuyauterie _____	126
14.1.5 - Supportage des tuyauteries _____	127
14.1.6 - Brides _____	128
14.1.7 - Raccords à visser _____	130
14.1.8 - Repérage et couleur des tuyauteries sur les machines _____	131
14.2 – Tubes ALU ou PVC _____	132
14.3 - Flexibles _____	132
14.3.1 - Nature des tuyaux _____	133
14.3.2 - Longueur des flexibles _____	133
14.3.3 - Choix des embouts _____	133
14.3.4 - Sécurité flexible _____	134
14.3.5 – Bonnes pratiques pour la maintenance _____	135
14.4 - Raccords rapides (push-pull) _____	136
14.5 – Recommandation de montage _____	140
14.5.1 – Raccordement au réseau _____	140
14.5.2 – Montage des flexibles _____	140
14.5.3 – câblage dans une armoire _____	141
15 – NETTOYAGE – EPREUVE - ESSAIS _____	143
15.1 - Nettoyage des systèmes pneumatiques _____	143
15.2 - Test de pression/test d'étanchéité _____	143
15.3 - Essais _____	144
15.4 - Rappel de la législation _____	144
15.4.1 - Inspection périodique (IP) _____	144
15.4.2 - Requalification périodique (RP) _____	144
16 – RILSAN - RACCORDS INSTANTANES _____	145
16.1 - Flexible en polyamide _____	145
16.2 - Raccords instantanés _____	146
16.2.1 - Raccords instantanés (à encliquetage) _____	146
16.2.2 – Raccords à compression (écrou de serrage) _____	149
16.3 – Sécurité raccords instantanés _____	150
17 – ECONOMIES D'ENERGIE _____	151
18 – REPERAGE DES TUYAUTERIES _____	155
19 - LISTE DES CODES LETTRE DE REPERAGE _____	156
19.1 - ISO 1219-2 _____	156
19.2 - PROPOSITION DE CODE LETTRE DE REPERAGE _____	157
ANNEXE A : SECURITE _____	163
A.1 – ISO 4414 _____	163
A.2 - spécification VDMA 24584 _____	169
A.3 - IFA report 2/2017 _____	174
RAPPEL ISO 13849 _____	174
IFA report 2/2017 _____	180
Catégorie 1 - PL c (IFA) _____	181
Catégorie 2 - PL d (IFA) _____	182
Catégorie 3 - PL e (IFA) _____	187
Catégorie 3 - PL e (IFA – article INRS – SIAS 2018 p283) _____	190
Catégorie 4 - PL e (IFA) _____	193
Catégorie 4 - PL e (IFA) _____	195

A.4 - Conception des circuits dédiés aux sous-fonctions de sécurité	198
Principe de la conception	198
unité de mise en pression	199
Verrouillage/isolation de l'énergie	200
Problèmes de démarrage progressif du système	200
Echappement pneumatique sûr	201
Retour pneumatique sûr	203
Contrôle et arrêt sûrs	204
Maintien pneumatique de la charge	205
Sélection d'une pression sûre	206
Retour sécurisé à double pression	207
A.5 – liste des défauts et des exclusions de défauts des composants pneumatiques	208
ANNEXE B – CONSIGNATION	214
ANNEXE C – SYMBOLISATION	216
ANNEXE D – QUALITE DE L'AIR	224
D.1 - Les polluants	224
D.1.1 - Solides	224
D.1.2 – Eau dans l'air	225
D.1.3 - huile	227
D.3 - Evolution de la norme ISO 8573-1	228
D.4 - Exigence de qualité d'air	230
D.5 - Comment atteindre les différentes classes décrites par la norme ?	231
D.6 - quantité d'humidité contenue dans l'air comprimé saturé	232
ANNEXE E - CALCULS	234
E.1 – CALCULS DE BASE	234
E.1.1 – Nm ³	234
E.1.2 - Débit d'air dans un circuit	234
E.1.3 – quelques caractéristiques de l'air	235
E.2 - Dimensionnement des composants	237
E.2.1 - Les différentes méthodes	237
E.2.2 - Coefficient de débit	238
E.2.3 – débit des composants	240
E.2.4 – Abaque selon ISO 6358	243
E.2.5 – Détermination du Kv d'un distributeur	247
E.3 - Abaque des consommations d'air en fonction des KV	248
E.4 – Calcul réseau d'air comprimé	249
E.4.1 – Notions de perte de charge	249
E.4.2 - Détermination du diamètre de la tuyauterie	258
E.4.4 – Dilatation – Contraction des tubes rigides	261
E.4.5 - calcul d'un réseau de tuyauteries	264
E.5 - Calcul des ballons d'air comprimé	266
E.5.1 – Ballon tampon	266
E.5.2 - Ballon sortie compresseur	266
E.6– Dimensionnement des circuits pneumatiques	267
I – Dimensionnement simplifié d'un vérin pneumatique :	267
II – Dimensionner un vérin pneumatique	267
III – Choix d'un distributeur pneumatique :	268
IV – Choix d'une association vérin, distributeur, tuyaux, raccords optimisée	268
V – Documents constructeurs	270
ANNEXE F – INFORMATIONS GENERALES ET TECHNOLOGIES	273

F.1 - Protection IP / IK / NEMA	274
F.1.1 - Indices de protection IP	274
F.1.2 – NEMA	275
F.1.3 – indice IK	276
F.2 – Technologie des moteurs pneumatiques	278
F.2.1- moteur à palettes	279
F.2.2 - moteur à pistons	279
F.2.3 – moteur à engrenage	279
F.2.4 – choix d'un moteur pneumatique	280
F.2.5 - Calculs théoriques	282
F.3 – Dimensionnement des tuyauteries	286
F.4 - Débit de fuite	289
F.5 - Corrosion	290
<i>ANNEXE G -- IOT – industrie 4.0</i>	292
<i>ANNEXE H - LES NORMES CITEES</i>	296
<i>Liste des textes et ouvrages consultés</i>	300

