

Atos	Isolement lignes de fuite CARRIAGE STORE INTERFACE	DP080701NTE018
-------------	---	----------------

Code Affaire : <i>Avantix project code:</i>	1-12-AIR-2201	N° de contrat : <i>Contract or Order N° :</i>	300757562
DRL:		Classification :	Not protected

Diffusion Interne <i>Internal Diffusion</i>	CSI team
Diffusion Externe <i>External Diffusion</i>	

Rédigé par <i>Written by</i> Hardware Expert E. TOMAO Visa	Approuvé par <i>For Approval</i> Project Leader O. SELLIER Visa	Approuvé par <i>For Approval</i> Visa
--	---	---

Power dissipated by relay

CARRIAGE STORE INTERFACE

EVOLUTIONS

IND. <i>Issue</i>	DATE <i>Date</i>	REDACTEUR <i>WRITER</i>	SUJET <i>SUBJECT</i>
00	21/08/2023	ETO	Initial revision
01	29/11/2023	ETO	Adding the isolation distance between layers of the PCB

Ce document est la propriété d'Avantix.

Toute reproduction ou communication même partielle est strictement interdite sans son autorisation

004GI_g

ID	TITRE		REFERENCE	IND.	DATE
[doc 1]	INSTRUCTIONS DE CONCEPTION DES CARTES IMPRIMEES - ISOLATIONS ET LIGNES DE FUITE	THALES	MO602-230-003	-	14/12/2004
[doc 2]	Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension - partie 1: Principes, exigences et essais	IEC	60664-1	2	avr-07
[doc 3]	Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension -Partie 5 : Méthode détaillée de détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite inférieures ou égales à 2 mm	NFEN	60664-5		janv-08

1 En fonctionnement à 25 000 pieds

1.1 Dans l'air

Dans l'air, dans le cas d'un champ hétérogène (cas A), le tableau A1 IEC60664-1 donne les distances d'isolement suivantes:

Signaux 28V (60V max)	ligne 75V crête	0,002mm à 2000m soit 0,004mm à 25 000pieds (coeff 2)
Signaux 115V (160V max)	ligne 175V crête	0,005mm à 2000m soit 0,010mm à 25 000pieds (coeff 2)

1.2 dans le PCB

Sur les couches externes du PCB, il faut s'intéresser aux lignes de fuite de courte durée (inférieure à 1500h)

Le tableau F4 IEC60664-1 donne les distances d'isolement pour des lignes de fuite de longue durée.

Une correction peut être prise pour se ramener à des lignes de fuite de courte durée.

Distance d'isolement en couche externe du PCB pour des lignes de fuite de longue durée		
Signaux 28V (60V max)	ligne ueff=50V	0,025mm à 2000m soit 0,050mm à 25 000pieds (coeff 2)
Signaux 115V (160V max)	ligne ueff=125V	0,160mm à 2000m soit 0,320mm à 25 000pieds (coeff 2)

Sur les couches internes, le document "Thales" §4 donne:

Signaux 28V (60V max)	0,1 mm (indépendant de l'altitude)
Signaux 115V (160V max)	0,2 mm (indépendant de l'altitude)

1.3 Conclusion

Fonctionnement à 25 000 pieds			
	air	PCB ext	PCB int
28V (60V max)	10µm	100µm	100µm
115V (160V max)	10µm	320µm	200µm

2 Essai de tenue en tension au niveau de la mer

2.1 Dans l'air

Dans l'air, dans le cas d'un champ hétérogène (cas A), le tableau A1 IEC60664-1 donne les distances d'isolement suivantes:

Isolation à 500V DC	ligne 520V crête	0,04 mm
Isolation à 1500V DC	ligne 1500V crête	1 mm

2.2 dans le PCB

Sur les couches externes du PCB, il faut s'intéresser aux lignes de fuite de courte durée (inférieure à 1500h)

Le tableau F4 IEC60664-1 donne les distances d'isolement pour des lignes de fuite de longue durée. Une correction peut être prise pour se ramener à des lignes de fuite de courte durée.

Distance d'isolement en couche externe du PCB pour des lignes de fuite de longue durée		
Isolation à 500V DC	ligne ueff=400V	1 mm
Isolation à 1500V DC	ligne ueff=1000V	3,2 mm

Note §4.5 de l'IEC60664-1: "Les comités d'études concernés par des matériels dont l'isolation est soumise à des contraintes de tension de courte durée uniquement peuvent envisager de permettre l'utilisation de lignes de fuite plus courtes pour l'isolation fonctionnelle, par exemple correspondant à un niveau de tension inférieur à ceux spécifiés au Tableau F.4."

§3.1.2 du document "Thales": pour une ligne de fuite de 1500h on peut utiliser une ligne de fuite correspondant à deux niveaux de tension inférieure du tableau F4 de l'IEC60664-1

Distance d'isolement en couche externe du PCB pour des lignes de fuite de courte durée		
Isolation à 500V DC	ligne ueff=250V	0,56 mm
Isolation à 1500V DC	ligne ueff=650V	1,8 mm

Sur les couches internes, le document "Thales" §4 donne:

Signaux 500V DC	0,250 mm (indépendant de l'altitude)
Signaux 1500V DC	0,750 mm (indépendant de l'altitude)

Entre les couches internes (FR4), le document "Thales" §5 donne:

Signaux 500V DC	0,050 mm (indépendant de l'altitude)
Signaux 1500V DC	0,150 mm (indépendant de l'altitude)

2.3 Conclusion

Isolement				
	air	PCB ext	PCB int	Entre couches internes
500V DC	1 mm	1 mm	250 µm	50µm
1500V DC	1 mm	2 mm	750 µm	150µm

3 Groupe de signaux CSI

Distance d'isolement **min** air

	Groupe 28V (ISO 500)	Groupe 115V (ISO 1500)	Groupe Jettison (ISO 1500)	Groupe mécanique
Groupe 28V (ISO 500)	1mm			
Groupe 115V (ISO 1500)	2mm	1mm		
Groupe Jettison (ISO 1500)	1mm	2mm	1mm	
Groupe mécanique	1mm	2mm	1mm	1mm

Pour le groupe 115V, on prend une isolation de 2 mm alors qu'une isolation de 1 mm pourrait suffir car le groupe 115V a un niveau de tension dangereux: Il faut une distance d'isolement de 2 mm pour un intervalle d'air des contacts servant d'ISOLATION PRINCIPALE entre une partie sous TENSION DANGEREUSE et une partie conductrice accessible reliée à la terre

Distance d'isolement **min** PCB

	Groupe 28V (ISO 500)	Groupe 115V (ISO 1500)	Groupe Jettison (ISO 1500)	Groupe mécanique
Groupe 28V (ISO 500)	150µm int. et ext. 50µm entre couches int.			
Groupe 115V (ISO 1500)	2mm couche ext. 750µm couche int. 150µm entre couches int.	320µm		
Groupe Jettison (ISO 1500)	2mm ext. 750µm int. 150µm entre couches int.	2mm ext. 750µm int. 150µm entre couches int.	150µm ext. 150µm int. 150µm entre couches int.	
Groupe mécanique	1mm ext. 250µm int. 50µm entre couches int.	2mm ext. 750µm int. 150µm entre couches int.	2mm ext. 750µm int. 150µm entre couches int.	

DISTANCES D'ISOLEMENT DANS L'AIR

Altitude	Distances d'isolement dans l'air (mm)	Uefficace	Ucrête	
<2000m	0,005	124V	175V	Tableau A1 doc 2
7 620m	0,010	124V	175V	Tableau A1 doc 2 avec facteur de correction de 2 (25 000 pieds)
<2000m	0,002	53V	75V	Tableau A1 doc 2
7 620m	0,004	53V	75V	Tableau A1 doc 2 avec facteur de correction de 2 (25 000 pieds)
<2000m	1	1060V	1500V	Tableau A1 doc 2
7 620m	2	1060V	1500V	Tableau A1 doc 2 avec facteur de correction de 2 (25 000 pieds)
<2000m	0,04	370V	520V	Tableau A1 doc 2
7 620m	0,08	370V	520V	Tableau A1 doc 2 avec facteur de correction de 2 (25 000 pieds)

ISOLEMENT SUR UNE MEME COUCHE INTERNE ET ENTRE COUCHES

Pour des tensions inférieure à 1500V la distance d'isolement est inférieure à 750µm

LIGNES DE FUITE EN COUCHES EXTERNES DES CARTES

LIGNES DE FUITE MINIMALES POUR CONTRAINTES DE LONGUE DUREE

Uefficace	Ucrête	Alt < 2 000 m		Alt = 25 000 pieds	
		Dp1-D(mm)	Dp2-D(mm)	Dp1-D(mm)	Dp2-D(mm)
50	70,7	0,025	0,04	0,05	0,08
125	176,8	0,16	0,25	0,32	0,5
400	565	1	2	2	4
1000	1414	3,2	5	6,4	10

PD1: il n'existe pas de pollution ou il se produit seulement une pollution sèche, non conductrice.

La pollution n'a pas d'influence.

PD2: il ne se produit qu'une pollution non conductrice. Cependant, on doit s'attendre de temps en temps à une conductivité temporaire provoquée par de la condensation

Hypothèses: En fonctionnement il n'y a pas de condensation dans le boîtier - Le boîtier étant étanche, il n'y a pas de pollution

Degré de pollution du CSI: Dp1

Valable pour des altitudes inférieures ou égales à 2 000 m (pression 800 hPa (800 mB))

(extraits du tableau A.1 de la CEI/IEC 60664-1)

Distances d'isolement	Champ non homogène		Champ homogène		Distances d'isolement	Champ non homogène		Champ homogène	
	Tension efficace	Tension crête	Tension efficace	Tension crête		Tension efficace	Tension crête	Tension efficace	Tension crête
mm	V	V	V	V	mm	V	V	V	V
0,010	230	330	230	330	1,0	1 060	1 500	2 470	3 500
0,012	250	350	250	350	1,2	1 200	1 700	2 890	4 090
0,015	260	370	260	370	1,5	1 390	1 970	3 500	4 950
0,020	280	400	280	400	2,0	1 680	2 380	4 480	6 330
0,025	310	440	310	440	2,5	1 960	2 770	5 410	7 650
0,030	330	470	330	470	3,0	2 210	3 130	6 320	8 940
0,040	370	520	370	520	4,0	2 680	3 790	8 060	11 400
0,050	400	560	400	560	5,0	3 110	4 400	9 760	13 800
0,0625	420	600	420	600	6,0	3 510	4 970	11 500	16 200
0,080	460	650	500	700	8,0	4 260	6 030	14 600	20 700
0,10	500	700	570	810	10	4 950	7 000	17 700	25 000
0,12	520	740	640	910	12	5 780	8 180	20 900	29 600
0,15	570	800	740	1 040	15	7 000	9 900	25 700	36 400
0,20	620	880	890	1 260	20	8 980	12 700	33 500	47 400
0,25	670	950	1 030	1 450	25	10 800	15 300	41 200	58 300
0,30	710	1 010	1 150	1 620	30	12 700	17 900	48 800	69 000
0,40	780	1 110	1 380	1 950	40	16 200	22 900	63 600	90 000
0,50	840	1 190	1 590	2 250	50	19 600	27 700	78 500	111 000
0,60	900	1 270	1 790	2 530	60	22 800	32 300	92 600	131 000
0,80	980	1 390	2 150	3 040	80	29 200	41 300	120 900	171 000
					100	35 400	50 000	148 500	210 000

Valable pour des altitudes **inférieures ou égales à 2 000 m** (pression 800 hPa (800 mB))

(extraits du tableau 4 de la CEI/IEC 60664-1)

Tension efficace	Tension crête	Matériau pour cartes imprimées	
		Degré de pollution	
		1	2
V	V	mm	mm
10	14	0,025	0,04
12,5	17	0,025	0,04
16	22	0,025	0,04
20	28	0,025	0,04
25	35	0,025	0,04
32	45	0,025	0,04
40	56	0,025	0,04
50	70	0,025	0,04
63	89	0,04	0,063
80	113	0,063	0,1
100	141	0,1	0,16
125	176	0,16	0,25
160	226	0,25	0,4
200	282	0,4	0,63
250	353	0,56	1
320	452	0,75	1,6
400	565	1	2

Tension efficace	Tension crête	Matériau pour cartes imprimées	
		Degré de pollution	
		1	2
V	V	mm	mm
500	707	1,3	2,5
630	890	1,8	3,2
800	1 131	2,4	4
1 000	1 414	3,2	5
1 250	1 767	4,2	6,3
1 600	2 262	5,6	8
2 000	2 828	7,5	10
2 500	3 535	10	12,5
3 200	4 524	12,5	16
4 000	5 656	16	20
5 000	7 070	20	25
6 300	8 908	25	32
8 000	11 312	32	40
10 000	14 140	40	50
12 500	17 675	50	63
16 000	22 624	63	80
20 000	28 280	80	100

2.2 FACTEURS DE CORRECTION D'ALTITUDE

Les distances minimales doivent être adaptées à l'altitude. Les valeurs du tableau A.1 doivent être multipliées par le facteur de correction d'altitude correspondant.

Facteurs de correction d'altitude

Altitude	Pression HPa	Facteur multiplicateur	Altitude	Pression HPa	Facteur multiplicateur	Altitude	Pression HPa	Facteur multiplicateur
0	1 020	0,784	6 000	470	1,70	22 000	40	20
200	996	0,803	7 000	410	1,95	22 500	37	21,62
1 000	948	0,844	8 000	355	2,25	23 000	34,22	23,38
2 000	800	1	9 000	305	2,62	24 000	29,3	27,30
3 000	700	1,14	10 000	265	3,02	25 000	25,11	31,86
4 000	620	1,29	15 000	120	6,67	30 000	11,72	68,26
5 000	540	1,48	20 000	55	14,5	31 000	10	80

Nota : Le facteur de correction d'altitude s'obtient en divisant 800 Hecto Pascal par la pression demandée.

Tableau A.1 – Tensions de tenue en kilovolts pour une altitude de 2 000 m au-dessus du niveau de la mer

Distance d'isolement	Cas A Champ non homogène			Cas B Champ homogène	
	CA (50/60 Hz)		Choc (1,2/50)	CA (50/60 Hz)	CA (50/60 Hz) et choc (1,2/50)
mm	<i>U</i> r.m.s.	$\hat{U}$	$\hat{U}$	<i>U</i> r.m.s.	$\hat{U}$
0,001	0,028	0,040	0,040	0,028	0,040
0,002	0,053	0,075	0,075	0,053	0,075
0,003	0,078	0,110	0,110	0,078	0,110
0,004	0,102	0,145	0,145	0,102	0,145
0,005	0,124	0,175	0,175	0,124	0,175
0,006 25	0,152	0,215	0,215	0,152	0,215
0,008	0,191	0,270	0,270	0,191	0,270
0,010	0,23	0,33+	0,33+	0,23	0,33
0,012	0,25	0,35	0,35	0,25	0,35
0,015	0,26	0,37	0,37	0,26	0,37
0,020	0,28	0,40	0,40	0,28	0,40
0,025	0,31	0,44	0,44	0,31	0,44
0,030	0,33	0,47	0,47	0,33	0,47
0,040	0,37	0,52	0,52	0,37	0,52
0,050	0,40	0,56	0,56	0,40	0,56
0,062 5	0,42	0,60+	0,60+	0,42	0,60
0,080	0,46	0,65	0,70	0,50	0,70
0,10	0,50	0,70	0,81	0,57	0,81
0,12	0,52	0,74	0,91	0,64	0,91
0,15	0,57	0,80	1,04+	0,74	1,04
0,20	0,62	0,88	1,15	0,89	1,24
0,25	0,67	0,95	1,23	1,03	1,45
0,30	0,71	1,01	1,31	1,15	1,62
0,40	0,78	1,11	1,44	1,38	1,95
0,50	0,84	1,19	1,55	1,59	2,25
0,60	0,90	1,27	1,65	1,79	2,53
0,80	0,98	1,39	1,81	2,15	3,04
1,0	1,06	1,50+	1,95	2,47	3,50
1,2	1,20	1,70	2,20	2,89	4,09
1,5	1,39	1,97	2,56	3,50	4,98
2,0	1,68	2,38	3,09	4,48	6,33
2,5	1,96	2,77	3,60	5,41	7,66
3,0	2,21	3,13	4,07	6,32	8,94
4,0	2,68	3,79	4,93	8,06	11,4
5,0	3,11	4,40	5,72	9,76	13,8
6,0	3,51	4,97	6,46	11,5	16,2
8,0	4,26	6,03	7,84	14,6	20,7
10,0	4,95	7,00+	9,10	17,7	25,0+
12,0	5,78	8,18	10,6	20,9	29,6
15,0	7,00	9,90	12,9	25,7	36,4
20,0	8,98	12,7	16,4	33,5	47,4
25,0	10,8	15,3	19,9	41,2	58,3
30,0	12,7	17,9	23,3	48,8	69,0
40,0	16,2	22,9	29,8	63,6	90,0
50,0	19,6	27,7	36,0	78,5	111,0
60,0	22,8	32,3	42,0	92,6	131,0
80,0	29,2	41,3	53,7	120,9	171,0

Tableau A.1 (suite)

Distance d'isolement	Cas A Champ non homogène			Cas B Champ homogène	
	CA (50/60 Hz)		Choc (1,2/50)	CA (50/60 Hz)	CA (50/60 Hz) et choc (1,2/50)
mm	$U_{r.m.s.}$	$\bar{U}$	$\bar{U}$	$U_{r.m.s.}$	$\bar{U}$
100,0	35,4	50,0+	65,0	148,5	210,0+

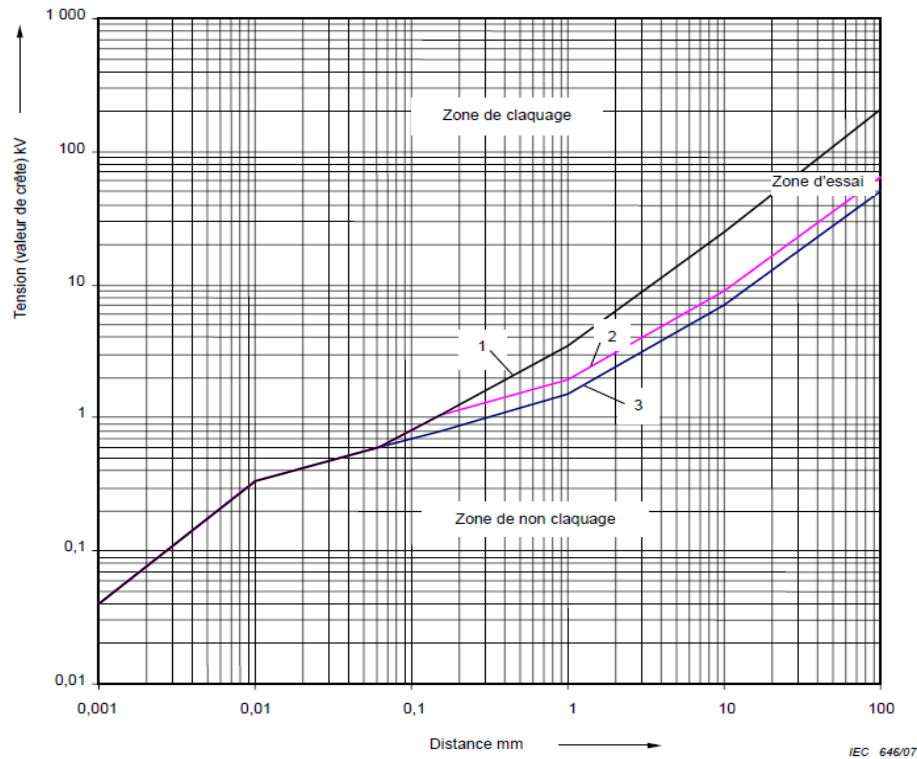
NOTE Les informations pour les distances d'isolement de 0,001 mm à 0,008 mm, sont tirées du document « Electrical breakdown experiments in air for micrometer gaps under various pressures » de P. Hartherz, K. en Yahia, L. Müller, R. Pfendner et W. Pfeiffer publié à l'occasion du 9^{ème} Symposium international sur les diélectriques gazeux; Ellicot City, Maryland, USA 2001, pp333-338.

Plus de détails peuvent être trouvés dans la thèse de P. Hartherz « Anwendung der Teilentladungsmeßtechnik zur Fehleranalyse in festen Isolierungen unter periodischer Impulsspannungsbelastung ». Dissertation TU Darmstadt; Shaker Verlag, 2002.

Pour simplifier, les valeurs mesurées statistiquement selon le Tableau A.1 ci-dessus sont remplacées par une ligne droite entre les valeurs marquées «+» sur un diagramme log-log tenant compte des facteurs de correction de 0 m à 2 000 m d'altitude. Les valeurs intermédiaires sont tirées de ce diagramme (voir Figure A.1) de sorte qu'elles comprennent les valeurs mesurées avec une faible marge de sécurité. Les valeurs de U_{eff} s'obtiennent en divisant les valeurs de $\bar{U}$ par $\sqrt{2}$.

Tableau A.2 – Facteurs de correction d'altitude

Altitude m	Pression atmosphérique normale kPa	Facteur de multiplication pour les distances d'isolement
2 000	80,0	1,00
3 000	70,0	1,14
4 000	62,0	1,29
5 000	54,0	1,48
6 000	47,0	1,70
7 000	41,0	1,95
8 000	35,5	2,25
9 000	30,5	2,62
10 000	26,5	3,02
15 000	12,0	6,67
20 000	5,5	14,5



IEC 646/07

Légende

- 1 cas B; $\dot{U}$ 1,2/50 et $\dot{U}$ 50/60 Hz
- 2 cas A; $\dot{U}$ 1,2/50
- 3 cas A; $\dot{U}$ 50/60 Hz

Figure A.1 – Tension de tenue à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer