Les câbles coaxiaux

Extrait du réseau packet, serveur F6BIG. Publié dans Info 74, n° 50, juin 1995.

F1MVP Thierry Sarrazin

Introduction

Pourquoi un câble coaxial ? En théorie, un câble coaxial parfait permettrait de véhiculer un signal sans « pertes », et d'isoler le signal véhiculé des parasites extérieurs.

Un câble coaxial est composé de deux conducteurs concentriques séparés par un diélectrique, le tout « emballé » dans une protection extérieure.

Le conducteur central peut être composé d'un fil massif ou de plusieurs fils divisés ; ces fils peuvent être en cuivre nu, étamé, argenté ou en acier recouvert de cuivre lui-même étamé ou argenté.

Le diélectrique est un isolant qui sert à séparer l'âme du conducteur extérieur ; cet isolant détermine les principales qualités du câble.

Le conducteur extérieur peut être composé d'une ou plusieurs tresses de cuivre nu ou argenté ou d'un tube de cuivre, voire d'un feuillard. La qualité de ce conducteur détermine son efficacité.

La protection extérieure sert de protection mécanique et/ou chimique ; elle est en général composée de matières plastiques, et dans certain cas extrêmes une protection supplémentaire en gaine de plomb, feuillard, tresse métalique ou fibre de verre est rajoutée.

Théorie

Un câble coaxial constitue un circuit à constances réparties dont les éléments par unité de longueur sont :

- L'inductance série L en Henrys par mètre.
- La capacitance en parallèle C en Farads par mètre.
- La résistance série R en ohms par mètre.
- La conductance parallèle G en Mohs par mètre.

Nous noterons d le diamètre de l'âme centrale et D le diamètre extérieur du diélectrique (= diamètre intérieur du conducteur extérieur).

Impédance caractéristique Zc :

$$Zc = \frac{R + (j \times L \times \omega)}{G + (j \times C \times \omega)} \quad \text{avec}$$

$$\omega = 2 \times \pi \times F$$

En HF les termes R et G deviennent très petits devant L x ω et C x ω, la formule devient alors :

$$Zc = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Calcul de L :

$$L = 2.10e - 4 \times Log(D/d)$$

en Henry par km

Calcul de C :

$$C = \frac{E}{18 \times Log(D/d)}$$

en microFarads par km

E (epsilon) est le pouvoir inducteur du diélectrique. D'où :

$$Zc = \frac{60}{\sqrt{E}} \times Log(D/d) = \frac{138}{\sqrt{E}} \times log(D/d)$$

Avec Log = log Néperien et log = log décimal.

Zc en ohms, varie très peu pour les fréquences supérieures au MHz.

Vitesse de propagation :

$$\frac{V}{C} = \frac{1}{\sqrt{E}}$$

Pratique

En pratique un câble coaxial n'est jamais parfait :

- Les conducteurs ont une résistance spécifique.
- Le diélectrique n'est pas un parfait isolant.
- La concentricité des deux conducteurs n'est pas vraiment assurée, (imaginez la forme dans un coude ou une boucle !).
- Les impédances branchées aux extrémités ne sont pas tout a fait égales à Zc.
- Le conducteur extérieur (tresse) est plutôt aéré.

Ce qui nous donne un certain affaiblissement par unité de longueur, des rayonnements parasites et inversement une induction de parasites !

Une puissance maximale transmise à ne pas dépasser.

Il est certain que le choix d'un coaxial peut être assez ardu, surtout si l'on veut concilier différents paramètres tels les qualités mécaniques/électriques et le prix.

Caractéristiques

Faire un tour d'horizon de tous les coax existants n'est pas chose facile, surtout qu'il existe différentes appellations qui parfois décrivent un même câble. Je vais essayer de faire un petit récapitulatif de ce qui existe ou a existé afin de pouvoir trouver rapidement quelques caractéristiques d'un câble donné. Cette liste n'est absolument pas complète !

DSP-232, ÇA MARCHE QUAND MÊME !

Nous nous sommes fait l'écho des problèmes rencontrés par les utilisateurs du DSP-232 pour lequel AEA n'a, semble-t-il, pas prévu de version particulière du logiciel PC-Packratt. Deux collègues, F3ZZ et F1TTE, nous ont signalé que cette difficulté pouvait être contournée de deux façons différentes :

- Avec la configuration PK-232 : les commandes ALTMODEM et TONE ne sont pas reconnues, mais cela est sans importance. La commutation logicielle entre les ports 1 et 2 n'existe pas, puisqu'elle est manuelle sur le PK-232. Les deux commandes suivantes sont pratiques mais pas indispensables : MODEM, choix du modem et HBAUD : passage en 9600 bauds en packet. Pour modifier les commandes, passer provisoirement en mode DUMB TERMINAL. Toutes les commandes sont alors accessibles.
- Avec la configuration DSP-1232 : en plus des possibilités indiquées ci-dessus, ce mode offre le bouton PORT1/PORT2 et le mode High Speed Packet. Six commandes ne sont pas reconnues : STEP, STEPREST, STEPUP, STEPLEN, STEPSIZE et TONE. Elles commandent le réglage automatique de fréquence en trafic packet par satellite.

Pour QMORSE et MODEM, les valeurs numériques sont en dehors de la gamme reconnues par le DSP-232.

F1TTE nous signale que le DSP-232 utilisé avec TPK demande un bon paramétrage de ce programme, en particulier en ce qui concerne le DCD.

Câbles 50 ohms

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Nom		Diamètre âme	Diamètre extérieur	Nb tresses	Masse kg/km	Observations
KX3A		0,48	2,54	1	14	Polythène plein
KX3B		0,48	2,54	1	14	
	RG174AU	0,48	2,54	1	14	
	RG122U	0,8	4,06	1	25	
KX 15	RG58CU	0,9	4,95	1	45	
	RG223U	0,9	5,5	2	57	Argenté
	RG212U	1,41	8,43	2	131	Argenté
KX4	RG213U	2,25	10,3	1	162	
KX13	RG214U	2,25	10,8	2	198	Argenté
	RG215U	2,25	12,0	1	270	Armé
	RG217U	2,7	13,84	2	340	
	RG224U	2,7	15,6	2	490	Armé
KX14	RG218U	4,95	22,1	1	721	
	RG219U	4,95	24,0	1	1050	Armé
	RG177U	4,95	22,73	2	850	Argenté
	RG220U	6,6	28,45	1	1215	
	RG221U	6,6	30,4	1	1460	Armé
	RG178BU	0,3	1,8	1	9,4	Argenté PTFE extrudé
	RG196AU	0,3	1,9	1	10	Argenté PTFE extrudé
KX21A		0,3	1,8	1	9,6	Argenté PTFE extrudé
	RG316U	0,51	2,5	1	16,8	Argenté PTFE extrudé
	RG188AU	0,51	2,7	1	18,3	Argenté PTFE extrudé
KX22A		0,51	2,5	1	17,2	Argenté PTFE extrudé
	RG303U	0,99	4,32	1	49	Argenté PTFE
	RG141AU	0,99	4,8	1	50	Argenté *FV
	RG142AU	0,99	5,1	2	66	Argenté *FV
	RG142BU	0,99	4,95	2	68,5	Argenté
	RG400U	1,0	4,95	2	66	Argenté
KX23		1,02	5,1	2	70	Argenté *FV
	RG115U	2,16	9,5	2	212	Argenté *FV
	RG115AU	2,16	10,54	2	224	Argenté *FV
KX24	RG225U	2,4	10,9	2	231	Argenté *FV
	RG227U	2,4	12,45	2	381	Argenté armé
	RG165U	2,4	10,4	1	216	Argenté *FV
	RG166U	2,4	11,7	1	342	Argenté armé
KS1	RG405	0,52	2,22	1	21,5	Argenté PTFE tube cuivre
KS2	RG402U	0,93	3,58	1	47,5	Argenté PTFE tube cuivre
KS3	RG401U	1,64	6,35	1	151,5	Argenté PTFE tube cuivre

*Note : une « armure » composée soit de fils d'acier galvanisé imprégnés de peinture (armé) ou une/plusieurs tresses en fibre de verre écrue enduite de vernis (*FV).*

Câbles 75 ohms

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Nom		Diamètre âme	Diamètre extérieur	Nb tresses	Masse kg/km	Observations
KX52		0,63	3,7	1	60	Polythène plein
KX 50		0,63	3,7	3	128	
KX53		0,67	3,7	1	59	
KX51		0,67	3,7	3	127	
KX6A		0,6	3,7	1	57	
KX106		0,6	3,7	1	57	
	RG59BU	0,58	3,7	1	57	
	RG6AU	0,72	4,7	2	122	
KX8		1,2	7,25	1	145	
KX108		1,2	7,25	1	122	
	RG11AU	1,2	7,25	1	145	

Nom		Diamètre âme	Diamètre extérieur	Nb tresses	Masse kg/km	Observations
	RG12AU	1,2	7,25	1	250	Armé
	RG216U	1,2	7,25	2	190	
	RG34BU	1,9	11,7	1	385	
	RG164U	2,65	17,27	1	700	
	RG35BU	2,65	17,27	1	1000	Armé
	RG179BU	0,3	1,6	1	16,9	Argenté PTFE extrudé
	RG187AU	0,3	1,6	1	17,9	Argenté PTFE extrudé
	RG302U	0,635	3,7	1	62	Argenté PTFE
	RG140U	0,635	3,7	1	35	Argenté *FV
KX25		0,705	3,7	1	60	Argenté *FV
	RG144U	1,35	7,25	1	200	Argenté *FV

Note : comme vu précédement, un coax peut avoir une « armure » composée soit de fils d'acier galvanisé imprégnés de peinture (armé) soit de plusieurs tresses en fibre de verre écrue enduite de vernis (*FV).

Câbles 50 ohms

CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

Nom		Affaiblissement dB/100 m. à f MHz			Puissance maxi en W à f MHz		
		200	400	3000	200	400	3000
KX3A		42	60	220	57	42	13
KX3B	RG174AU	42	60	220	57	42	13
	RG122U	30	44	150	90	70	20
KX15	RG58CU	24	36	140	125	90	31
	RG223U	20	30	100	125	90	31
	RG212U	12	17	58	310	220	75
KX4	RG213U	9,5	14,5	55	420	300	95
KX13	RG214U	9	13	63	420	300	95
	RG215U	9,5	14,5	55	420	300	95
	RG217U	7	10	35	490	330	110
	RG224U	7	10	35	490	330	110
KX14	RG218U	4,6	7,5	33	1480	970	320
	RG219U	4,6	7,5	33	1480	970	320
	RG177U	4,6	7	29	1480	970	320
	RG220U	4	6,5	24	4300	2800	820
	RG221U	4	6,5	24	4300	2800	820
	RG178BU	65	95	300	85	75	18
KX21A	RG196AU	65	95	300	85	57	18
	RG316U	40	55	160	170	110	32
KX22A	RG188AU	40	55	160	170	110	32
	RG303U	19	28	95	660	450	150
	RG141AU	19	28	95	660	450	150
	RG142AU	19	28	95	660	450	150
	RG142BU	19	28	95	660	450	150
KX23	RG400U	19	28	95	660	450	150
	RG115U	11	16	55	1800	1220	380
	RG115AU	11	16	55	1800	1220	380
KX24	RG225U	9,5	14	50	2000	1300	430
	RG227U	9,5	14	50	2000	1300	430
	RG165U	9,5	14	50	2000	1300	430
	RG166U	9,5	14	50	2000	1300	430
KS1	RG405	33	47	140	170	110	32
KS2	RG402U	17	25	75	660	450	150
KS3	RG401U	10	14	45	1700	1200	370

Câbles 75 ohms

CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

Nom		Affaiblissement dB/100 m. à f MHz 200	400	3000	Puissance maxi en W à f MHz 200	400	3000
KX52		18	28	85	170	120	42
KX50		18	28	85	170	120	42
KX53		19	29	90	170	120	42
KX51		19	29	90	170	120	42
KX6A		18	27	95	170	120	42
KX106	RG59BU	18	27	95	170	120	42
	RG6AU	12	18	60	220	150	52
KX8		9,5	13	60	420	300	95
KX108		9,5	13	60	420	300	95
	RG11AU	9,5	13	60	420	300	95
	RG12AU	9,5	13	60	420	300	95
	RG216U	9,5	13	60	420	300	95
	RG34BU	6,5	10	37	420	300	95
	RG164U	4,7	7,2	34	1480	970	320
	RG35BU	4,7	7,2	34	1480	970	320
	RG179BU	40	56	160	170	110	32
	RG187AU	40	56	160	170	110	32
	RG302U	16	24	80	750	520	170
KX25	RG140U	16	24	80	750	520	170
	RG144U	8,5	12,5	43	2300	1500	490

Références en fonction des impédances

35 ohms RG 83U.

50 ohms KX 2, 3A, 3B, 4, 13, 14, 15, 21A, 22A, 23, 24.
KS 1, 2, 3.
RG 8U, 9U, 10U, 17U, 18U, 19U, 20U, 58CU, 115U, 115AU, 122U.
RG 141AU, 142AU, 142BU, 165U, 166U, 174AU, 177U, 178BU, 188AU.
RG 196AU, 212U, 213U, 214U, 215U, 217U, 218U, 219U, 220U, 221U.
RG 223U, 224U, 225U, 227U, 303U, 316U, 400U, 401U, 402U, 405.

60 ohms RG 54AU, 87AU.

67,5 ohms RG 41U.

72,5 ohms KX 50, 51, 52, 53 - RG 35U, 59U, 84U, 85U.

75 ohms KX 6A, 8, 25.
RG 6AU, 11AU, 12AU, 13U, 34BU, 35BU, 59BU, 140U, 144U, 164U.
RG 179BU, 187AU, 216U, 302U.

93 ohms KX 30 - RG 62AU, 62BU, 71BU.

95 ohms RG 180BU, 195AU.

125 ohms RG 63BU, 79BU.

185 ohms RG 114AU.

950 ohms RG 65U, 65AU.

Impédances en fonction des références

Référence	Impédance
KS 1	50 Ω
KS 2	50 Ω
KS 3	50 Ω
KX 2	50 Ω
KX 3A	50 Ω
KX 3B	50 Ω
KX 4	50 Ω
KX 6A	75 Ω
KX 8	75 Ω
KX 13	50 Ω
KX 14	50 Ω
KX 15	50 Ω
KX 21A	50 Ω
KX 22A	50 Ω
KX 23	50 Ω
KX 24	50 Ω
KX 25	75 Ω
KX 30	93 Ω
KX 50	72,5 Ω
KX 51	72,5 Ω
KX 52	72,5 Ω
KX 53	72,5 Ω
RG 6AU	75 Ω
RG 8U	52 Ω
RG 8X	50 Ω

Référence	Impédance
RG 83U	35 Ω
RG 84U	72,5 Ω
RG 85	72,5 Ω
RG 87AU	60 Ω
RG 108AU	78 Ω
RG 114AU	185 Ω
RG 115AU	50 Ω
RG 115U	50 Ω
RG 11AU	75 Ω
RG 122U	50 Ω
RG 140U	75 Ω
RG 141AU	50 Ω
RG 142AU	50 Ω
RG 142BU	50 Ω
RG 144U	75 Ω
RG 164U	75 Ω
RG 165U	50 Ω
RG 166U	50 Ω
RG 174AU	50 Ω
RG 177U	50 Ω
RG 178BU	50 Ω
RG 179BU	75 Ω
RG 180BU	95 Ω
RG 187AU	75 Ω
RG 188AU	50 Ω

Référence	Impédance
RG 9U	50 Ω
RG 10U	50 Ω
RG 11AU	75 Ω
RG 12AU	75 Ω
RG 13U	75 Ω
RG 17U	50 Ω
RG 18U	50 Ω
RG 19U	50 Ω
RG 20U	50 Ω
RG 34BU	75 Ω
RG 35BU	75 Ω
RG 35U	72,5 Ω
RG 41U	67,5 Ω
RG 54AU	60 Ω
RG 55BU	53,5 Ω
RG 58CU	50 Ω
RG 59BU	75 Ω
RG 59U	72,5 Ω
RG 62AU	93 Ω
RG 62BU	93 Ω
RG 63BU	125 Ω
RG 65AU	950 Ω
RG 65U	950 Ω
RG 71BU	93 Ω
RG 79BU	125 Ω

Référence	Impédance
RG 195AU	95 Ω
RG 196AU	50 Ω
RG 210U	93 Ω
RG 212U	50 Ω
RG 213U	50 Ω
RG 214U	50 Ω
RG 215U	50 Ω
RG 216U	75 Ω
RG 217U	50 Ω
RG 218U	50 Ω
RG 219U	50 Ω
RG 220U	50 Ω
RG 221U	50 Ω
RG 223U	50 Ω
RG 224U	50 Ω
RG 225U	50 Ω
RG 227U	50 Ω
RG 302U	75 Ω
RG 303U	50 Ω
RG 316U	50 Ω
RG 400U	50 Ω
RG 401U	50 Ω
RG 402U	50 Ω
RG 405U	50 Ω

Ces listes ne sont pas exhaustives.