

**Comparaisons des coûts des
Câbles à Fréquence Vocale vs. Systèmes MIC**

Mr. G.Moumoulidis, OTE



**UNION INTERNATIONALE DES TELECOMMUNICATIONS
INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION
UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES**



Comparaisons des coûts des Câbles à Fréquence Vocale vs. Systèmes MIC

1. Le problème

Deux centres analogiques dans une zone métropolitaine sont liés par un câble à fréquence vocale qui est complètement utilisé. Il y a deux scénarios d'offrir des facilités: soit d'utiliser les systèmes MIC équipés avec des équipement de signalisation approprié sur le câble existant ou de poser un autre câble à fréquence vocale pour l'extension de l'autre.

Le problème est de déterminer "le seuil optimal en matière de distance" entre les deux scénarios.

Pour mettre en place une liaison MIC, deux paires de câble à basse fréquence sont nécessaires. Ces paires devraient être sélectionnées parmi celles du câble existant écoulant du trafic des centraux sous des considérations. La capacité actuelle K' du MIC devrait être:

$$K' = K - 2 \quad (1)$$

Ici, K est la capacité du système MIC.

2. Evaluation de la valeur actuelle des dépenses

2.1 Equipement MIC

Soit C_P le coût d'une paire installée des terminaux MIC avec des unités d'interface de signalisation nécessaire et l'équipement terminal de ligne. Les charges associées à la durée de vie et les coûts de maintenance ont été également incluses.

Supposons que C_{LE} représente le coût par kilomètre d'un équipement de ligne installé. Le coût résultant due à la durée de vie et de la maintenance a été pris en compte.

Le coût d'une liaison complète MIC est donnée par

$$C_{PCM} = C_P + C_{LE} \cdot \lambda \quad (2)$$

Une fois le système est complètement utilisé, un nouveau devra être installé pour se préparer à la future demande. La période entre les installations successives est

$$t_p = k' / \lambda \quad (3)$$

λ est l'accroissement de la demande. Il est considéré constant sur le temps.

Pour un nombre infini d'extensions, le cash-flow est illustré dans la Figure 1.

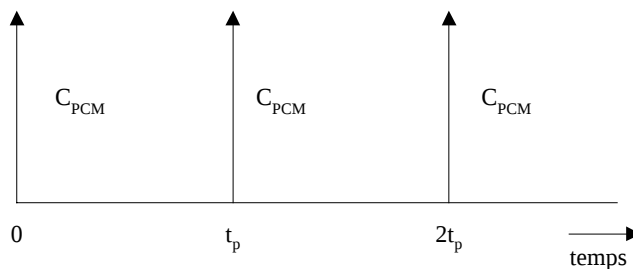


Figure 1

La valeur actuelle des dépenses est écrite ci-dessous

$$PW_P = C_{PCM} + C_{PCM}(1+i)^{-t_p} + \dots = C_{PCM} \cdot [1 + (1+i)^{-t_p} + (1+i)^{-2 \cdot t_p} + \dots]$$

La somme entre parenthèses est la progression géométrique infinie avec comme ratio $(1+i)^{-t_p}$. On obtient:

$$PW_P = \frac{C_{PCM}}{1 - (1+i)^{-t_p}} \quad (4)$$

La relation ci-dessus peut être écrite également comme suit

$$PW_P = \frac{C_P + C_{LE} \cdot \lambda}{1 - e^{-r \cdot t_p}} = \frac{C_P + C_{LE} \cdot \lambda}{1 - e^{-r \cdot K'_p / \lambda}} \quad (5)$$

où $r = \ln(1+i)$.

2.2 Relais

Chaque année, les relais nécessaires sont $2 \cdot \lambda$.

Soit C_R le coût total d'un relais installé. Les charges associées au coût de la durée de vie et de maintenance ont été incluses. Le coût du relais pour une année est:

$$2 \cdot \lambda \cdot C_R$$

Supposons que l'installation du relais prend place chaque année, le cash-flow est donc comme dans la Figure 2.

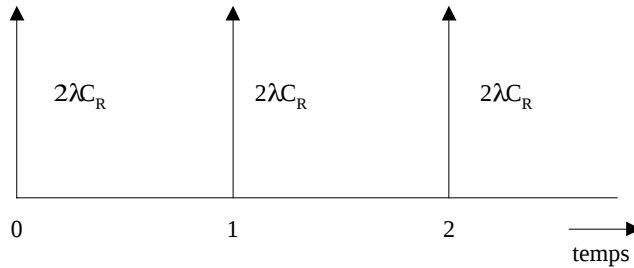


Figure 2

La valeur actuelle de dépenses est:

$$PW_R = 2 \cdot \lambda \cdot C_R [1 + (1+i)^{-1} + (1+i)^{-2} + (1+i)^{-3} + \dots] \Rightarrow$$

$$PW_R = \frac{2 \cdot \lambda \cdot C_R}{1 - (1+i)^{-1}} = \frac{2 \cdot \lambda \cdot C_R}{1 - e^{-r}} \quad (6)$$

2.3 Câble

Le coût d'un câble installé d'une longueur λ est:

$$C_c = (a + b \cdot s) \cdot \lambda \quad (7)$$

a et b sont le coût capital de base et incrément dans lequel toute sorte de charge a été prise en considération. La taille optimale est obtenue par

$$S = \frac{\lambda}{r} \cdot \ln(1 + p + \sqrt{2p}) \quad (8)$$

où $p = a \cdot r / b \cdot \lambda$

Le temps d'approvisionnement est

$$t_c = S / \lambda \quad (9)$$

Cela veut dire que le câble devrait être extensible chaque t_c années.

La valeur actuelle des dépenses a été trouvée dans le paragraphe précédent:

$$PW_c = \frac{(a + b \cdot s) \cdot \lambda}{1 - e^{-r \cdot s / \lambda}} \quad (10)$$

3. Distance optimale

Le seuil de distance rentable λ_o est la distance pour que les valeurs actuelles de dépenses pour les deux scénarios deviennent égales. Ainsi, on obtient

$$PW_p = PW_r + PW_c \quad (11)$$

Cette équation devient éventuellement:

$$\frac{C_P + C_{LE} \cdot \lambda_o}{1 - e^{-r \cdot k' / \lambda}} = \frac{2\lambda C_r}{1 - e^{-r}} + \frac{(a + bS)\lambda_o}{1 - e^{-rs / \lambda}} \quad (12)$$

Par la résolution de cette équation et en respectant λ_o , on obtient le seuil de distance optimale λ_o comme une fonction de l'accroissement de la demande

$$\lambda_o = \frac{C_P - Y(\lambda)X(\lambda)}{Z(\lambda)X(\lambda) - C_{LE}} \quad (13)$$

où: $X(\lambda) = 1 - e^{-r \cdot k' / \lambda}$ (14)

$$Y(\lambda) = \frac{2 \cdot \lambda \cdot C_R}{1 - e^{-r}} \quad (15)$$

$$Z(\lambda) = \frac{a + b \cdot S}{1 - e^{-r \cdot s / \lambda}} \quad (16)$$

4. Exemple numérique

Les données relatives les coûts et les lignes de service sont comme suit:

Systèmes MIC:

- Les coûts d'approvisionnement des deux terminaux équipés avec des unités d'interface de signalisation appropriées et équipement terminal de ligne 1800 UM
- Installation de deux terminaux et alignement d'équipement 500 UM
- Taxes 20 % sur l'équipement importé
- Coût du régénérateur uni ou bidirectionnel 100 UM
- Coût du pot d'un régénérateur 25 UM
- Coût d'installation et d'alignement du régénérateur 70 UM
- Espacement moyen entre régénérateur 1.81 km
- Exploitation plus maintenance 5 %
- Durée de vie 20 années
- Capacité du Système 30 Circuits

Câble à fréquence vocale:

- Coût d'achat, coût de base 100 UM/km
- Coût Incrément 4.8 UM /km/paire
- Coût du génie civil 500 UM/km
- Coût de branchement 40 UM/km
- Coût de pose 20 UM/km
- Pas de taxes du fait que les câbles sont fabriqués localement --
- Durée de vie 40 années
- Coût de maintenance et d'exploitation 2 %

Relai:

- Coût d'achat du relais 20 UM/relais
- Coût d'Installation 4 UM/relais
- Taxes 20 % du coût d'achat
- Durée de vie 20 années
- Maintenance 7 %
- Taux d'intérêt 10 %

La valeur restante de tout le matériel démonté est supposée négligeable.

Calcul des coûts

Systèmes MIC

Coût total capital du terminal

$$C_p = 1800 \cdot \mu_p + (\text{taxes} + \text{installation} + \text{alignment}) \cdot \left(1 + \frac{I}{(1+i)^{T_p} - 1} \right)$$

Le μ_p pour MIC est

$$\mu_p = 1 + \frac{I}{(1+i)^{T_p} - 1} + \frac{u}{i} = 1.675$$

Ainsi, on obtient

$$C_p = 1800 \cdot 1.675 + (1800 \cdot 0.2 + 500) \cdot \left[1 + \frac{I}{(1.1)^{20} - 1} \right] = 4025 MU$$

Le coût total de l'équipement de ligne par km

$$C = [\text{Régénérateurs} + \text{pots}] \mu_p + [(\text{Régénérateurs} + \text{pots}) \cdot \text{taxes} \\ + \text{Installation et alignement}] \cdot \left(1 + \frac{I}{(1+i)^{T_p} - 1} \right) = (100 + 25) \cdot 1.675 \\ + [(100 + 25) \cdot 0.2 + 70] \cdot \left(1 + \frac{I}{1 \cdot 1^{20} - 1} \right) = \\ 321 MU \text{ par espacement de régénérateur.}$$

Le coût d'équipement de ligne par km est:

$$C_{LE} = 321 / 1.81 = 177 MU / km$$

1.81 est l'espacement moyen entre répéteurs.

Relais

$$\text{Le coût total capital } \underline{C_R} = (\text{coût d'achat}) \mu_r + (\text{coût d'achat} \cdot \text{taxes} + \text{installation}) \cdot \left(1 + \frac{I}{(1+i)^{T_r} - 1} \right)$$

La pvf est:

$$\mu_r = 1 + \frac{I}{1.1^{20} - 1} + \frac{0.07}{0.1} = 1.875$$

$$C_r = 20 \cdot 1.875 + (20 \cdot 0.2 + 4) \cdot \left(1 + \frac{I}{1.1^{20} - 1} \right) = 46.9 MU / relais$$

Câble

Le coût total capital de base

$$a = (\text{coût d'achat}) \mu_c + (\text{génie civil} + \text{branchement} + \text{pose}) \cdot \left(1 + \frac{I}{(1+i)^{T_c} - 1} \right) \\ = 100 \cdot \mu_c + (500 + 40 + 20) \cdot \left(1 + \frac{I}{1.1^{40} - 1} \right)$$

$$\mu_c = 1 + \frac{I}{1.1^{40} - 1} + \frac{0.02}{0.1} = 1.222$$

$$a = 694 MU / km$$

Le coût total capital incrément

$$b = (\text{purchasing}) \mu_c = 4.8 \cdot 1.222 = 5.87 MU / paire / km$$

Avec les coûts calculés ci-dessus et par l'utilisation de l'Eq (10), on élabore le tableau 1, donnant le seuil de distance optimale comme une fonction de λ . Figure 4 illustre la courbe entre λ et λ_o .

No.	λ	t_c	S	$X(\lambda)$	$Y(\lambda)$	$Z(\lambda)$	I_o
1	5	17.7	90	0.410	4690	1492	4.80
2	10	13.5	130	0.230	9380	2016	6.50
3	15	11.5	180	0.162	14070	2573	7.30
4	20	10.1	200	0.124	18760	3046	8.46
5	25	9.2	230	0.101	23450	3508	9.47
6	30	8.5	250	0.085	28140	3952	10.30
7	35	7.9	280	0.073	32830	4390	11.35
8	40	7.45	200	0.064	37520	4818	12.36
9	45	7.1	320	0.057	42210	5238	13.32
10	50	6.7	340	0.052	46900	5652	13.60

Tableau 1

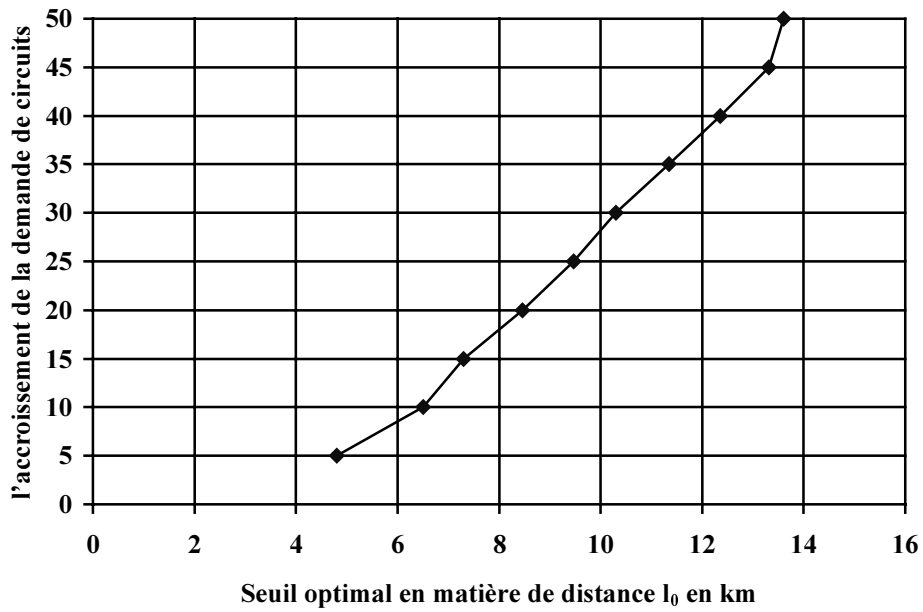


Figure 3