Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 51 (1973)

Heft: 10

Artikel: Le trafic de débordement

Autor: Praz, Laurent

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-875313

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 01.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Le trafic de débordement

Laurent PRAZ, Berne

621.395.31:621.395.74:519.2

Der Überlaufverkehr

Zusammenfassung. *Der Artikel befasst sich mit einzelnen Verkehren, die in einem Primärbündel abgewickelt werden und – insbesondere beim Betrieb grosser Fernnetze – in ein einziges Überlaufbündel überfliessen. Der Verfasser geht sodann näher auf die Dimensionierung der Überlaufbündel mit vollkommener und unvollkommener Erreichbarkeit ein, wobei die verschiedenen Überlaufverkehre als praktisch voneinander unabhängig angenommen werden. Ferner wird die Dimensionierung einer mehrstufigen Koppelanordnung untersucht, deren angebotener Verkehr einen Überlaufverkehr darstellt. Zum Schluss behandelt der Artikel die Frage der optimalen Dimensionierung der Primärbündel sowie der Überlaufbündel.*

Résumé. *Nous considérons le cas de différents trafics s'écoulant chacun dans un faisceau primaire et débordant sur un unique faisceau de débordement. Le problème se pose surtout dans le cas des grands réseaux interurbains. Nous étudions le dimensionnement des faisceaux de débordement à accessibilité parfaite et imparfaite dans le cas où les divers trafics de débordement sont supposés pratiquement indépendants les uns des autres. Ensuite, nous étudions le dimensionnement d'un réseau de couplage à plusieurs étages dont le trafic offert est un trafic de débordement. Nous terminons par le dimensionnement optimum des faisceaux primaires et des faisceaux de débordement.*

Il traffico di trabocco

Riassunto. *Si considera il caso di differenti traffici che si svolgono ognuno su un fascio primario e che traboccano su un unico fascio di trabocco; questo problema si presenta, in modo particolare, nelle grandi reti interurbane. Si studia il dimensionamento dei fasci di trabocco ad accessibilità perfetta e imperfetta nel caso dove i diversi traffici di trabocco sono supposti praticamente indipendenti gli uni dagli altri. Segue quindi un esame del dimensionamento di una rete d'accoppiamento a parecchi stadi, nella quale il traffico offerto è un traffico di trabocco. Si conclude con l'indicazione del dimensionamento ottimale dei fasci primari e di quelli di trabocco.*

1. Introduction

La portion de trafic qui n'a pu s'écouler dans un faisceau de circuits téléphoniques, et qui est offerte en second lieu, à un autre faisceau, est appelée trafic de débordement. Celui-ci n'a plus les caractéristiques du trafic d'origine. Les problèmes d'encombrement correspondants sont très complexes. L'importance de leur étude provient de l'utilité de la pratique du débordement dans les problèmes de raccord entre sélecteurs, dans les centraux téléphoniques, et surtout dans l'exploitation des grands réseaux interurbains.

1.1 Caractères particuliers du trafic de débordement

Il est évident que le faisceau de débordement ne doit absorber du trafic qu'aux périodes où les faisceaux primaires se trouvent en état de congestion. Il peut y avoir ainsi un afflux notable de trafic durant certains intervalles suivis d'intervalles où l'arrivée des appels est faible sinon nulle. Le trafic de débordement présente donc des pointes («peaked character»). On conçoit aisément qu'un trafic de ce genre exige plus de lignes, pour une qualité de service convenue, qu'un trafic de hasard; le nombre de lignes supplémentaires exigées est d'autant plus grand que le caractère à pointes («peakedness») est plus accentué.

1.2 Description approchée d'un trafic de débordement

La méthode consiste à calculer les moments d'ordre les moins élevés (moyenne et variance) des trafics rejetés par les faisceaux primaires et à construire, à partir de ces résultats, une distribution approchée du trafic résultant de la composition de ces trafics élémentaires.

Cherchons d'abord la moyenne et la variance du trafic de débordement rejeté par un faisceau primaire de S lignes et de trafic offert A; les résultats sont les suivants *(fig. 1)*:

$$R = \text{Moyenne} = A \cdot E_{1,S}(A) \tag{1}$$

$$V = \text{Variance} = R\left(1 - R + \frac{A}{S + 1 + R - A}\right) \tag{2}$$

$$E_{1,S} = \frac{\dfrac{A^S}{S!}}{\sum\limits_{i=0}^{S} \dfrac{A^i}{i!}} \tag{3}$$

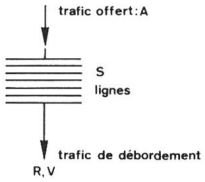


Fig. 1
Moyenne et variance d'un trafic de débordement

Des abaques donnant les valeurs de la moyenne et de la variance, pour des valeurs étendues des quantités S et A, sont donnés dans [1].

Le rapport $\frac{V}{R}$ est toujours plus grand que 1. Il est bon cependant de dire un mot sur les variations de la valeur de ce rapport en traitant un exemple numérique simple.

Soit un trafic A = 8 Erlangs. Faisons varier le nombre S des circuits constituant le faisceau primaire. Les résultats obtenus sont donnés dans le *tableau I*.

Tableau I. Moyennes et variances d'un trafic de débordement rejeté par un faisceau primaire de S lignes et de trafic offert égal à 8 Erlangs

S	R	V	V/R	S	R	V	V/R
0	8,00	8,00	1,00	11	0,65	1,35	2,07
1	7,11	7,74	1,09	12	0,41	0,85	2,07
2	6,24	7,41	1,19	13	0,25	0,50	2,04
3	5,40	7,00	1,30	14	0,14	0,28	1,98
4	4,60	6,49	1,41	15	0,073	0,14	1,92
5	3,83	5,88	1,54	16	0,036	0,067	1,85
6	3,12	5,18	1,66	17	0,017	0,030	1,78
7	2,47	4,39	1,78	18	0,0076	0,013	1,72
8	1,86	3,56	1,89	19	0,0032	0,0053	1,66
9	1,39	2,74	1,98	20	0,0013	0,0021	1,61
10	0,97	1,98	2,04	∞	0	0	1

Une distribution de Poisson, pour le trafic offert, est caractérisée par l'arrivée des appels au hasard, ce qui implique que l'arrivée d'un appel nouveau, dans l'intervalle de temps qui suit un moment quelconque, ne dépend nullement du nombre d'appels en cours dans le système à ce moment-là. Quand ce hasard et l'indépendance des appels qui en découle n'existent plus, la distribution correspon-

dante des appels n'est plus caractérisée par la condition d'égalité de la moyenne et de la variance.

Quelle serait la description physique d'un système de causes produisant une variance plus petite ou plus grande que la variance de Poisson égale à la moyenne? Si la variance est plus petite, c'est qu'il y a des forces en action dans le système qui freinent l'arrivée des appels lorsque le nombre des appels en cours et d'apparition récente excède un chiffre moyen et qui tendent dans le cas où ce nombre est plus faible à précipiter au contraire les appels. Réciproquement la variance est plus grande que la moyenne si la tendance dans le système est renversée.

D'où le raisonnement suivant:

Soit: n le nombre des appels en cours à un moment déterminé.

α le nombre moyen d'appels se produisant dans l'unité de temps prise elle-même comme la durée moyenne des appels.

ω (n) une fonction arbitraire règlant l'apparition des appels suivant que le nombre n des appels présents est inférieur ou supérieur à sa valeur moyenne α.

La probabilité d'apparition d'un appel pendant un intervalle de temps dt sera:

$$\left\{\alpha + (n - \alpha) \cdot \omega(n)\right\} \cdot dt \qquad (4)$$

Le choix le plus simple pour la fonction ω (n) est de l'assimiler à une constante c. La solution des équations d'état conduit alors à une distribution dite «binomiale négative» avec les valeurs suivantes pour la moyenne et la variance:

$$\text{Moyenne} = \alpha$$
$$\text{Variance} = \frac{\alpha}{1 - c}$$

Il résulte des nombreuses investigations théoriques et expérimentales des laboratoires *Bell Telephone* que la distribution prise comme modèle, décrit les propriétés de la distribution réelle avec une approximation suffisante pour les besoins habituels et qu'il n'y a pas lieu de rechercher une expression plus compliquée de la fonction ω (n).

1.3 Distribution approchée d'un trafic de débordement combiné

Ces investigations ont montré que la composition de plusieurs distributions binomiales en une nouvelle distribution binomiale, ayant comme moyenne la somme des moyennes et comme variance la somme des variances, donne aussi des résultats satisfaisants pour les besoins de la pratique, même si les rapports $\frac{V}{R}$ des distributions sont assez largement différents.

2. Dimensionnement des faisceaux de débordement à accessibilité parfaite

Cette méthode est basée sur les publications de *R. I. Wilkinson* [2].

2.1 Méthode du trafic équivalent de hasard («Equivalent Random Traffic»)

Puisque les trafics débordant de plusieurs faisceaux primaires sont indépendants entre eux, la moyenne R et la variance V du trafic de débordement global, somme des trafics de débordement élémentaires, sont respectivement la somme des moyennes et des variances des trafics composants:

$$\text{Moyenne} = R = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \ldots\ldots$$
$$\text{Variance} = V = v_1 + v_2 + v_3 + \ldots\ldots$$

La moyenne et la variance de la distribution résultante étant ainsi déterminées, on peut décrire cette dernière de manière approchée par une distribution binomiale négative, elle-même représentative d'un débordement simple.

Ce débordement simple conduit à la considération d'un trafic A (poissonien) à déterminer et d'un nombre S de circuits également à déterminer, de telle sorte que si le trafic A est offert à un faisceau primaire de S circuits, le trafic de débordement résultant a comme moyenne R et comme variance V.

Le méthode consiste donc à écrire deux équations:

$$R = A \cdot E_{1,S}(A)$$

$$V = R\left(1 - R + \frac{A}{S + 1 + R - A}\right)$$

dont un réseau d'abaques permet la solution par une méthode graphique.

Nous avons donc *(fig. 2)*:

A = trafic poissonien équivalent

S = Nombre de lignes du faisceau primaire équivalent

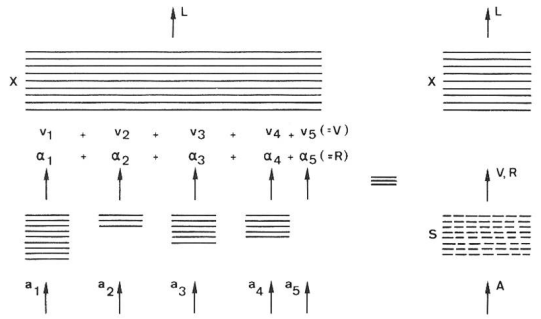


Fig. 2
Remplacement de plusieurs faisceaux primaires, ayant un faisceau de débordement unique, par un seul

Les quantités A et S étant déterminées de la sorte, si le trafic de débordement, de caractéristiques R et V, est offert aux X lignes du faisceau de débordement, le trafic perdu sur ce faisceau sera $A.\ E_{1,S+x}(A)$.

C'est aussi naturellement, le trafic perdu sur l'ensemble du réseau de lignes constitué par les faisceaux primaires et le faisceau de débordement.

Nous avons donc pour le faisceau de débordement:

$$\text{trafic perdu}: L = A\ .\ E_{1,S+x}(A) \qquad (5)$$

$$\text{pertes}: = B\left(R,\ X,\ \frac{V}{R}\right) = \frac{L}{R} \qquad (6)$$

2.2 Estimation analytique du trafic poissonien A et du faisceau primaire S équivalents

Nous avons à disposition les formules publiées par *Y. Rapp* [3]. Celles-ci ont été élaborées de manière empirique mais donnent, pour les besoins habituels, des résultats amplement suffisants.

Il s'agit de:

$$A \approx V + 3\,\frac{V}{R}\left(\frac{V}{R} - 1\right) \qquad (7)$$

$$S \approx A\left(\frac{R + V/R}{R + V/R - 1}\right) - R - 1 \qquad (8)$$

En posant $z = \frac{V}{R}$ = coefficient dû aux pointes (peakedness factor), nous obtenons:

$$A \approx V + 3z\,(z - 1)$$

$$S \approx A\ .\left(\frac{R + z}{R + z - 1}\right) - R - 1$$

2.3 Courbes de pertes et tableaux de dimensionnement du trafic de débordement

Il existe des diagrammes et des tableaux qui ont été élaborés à partir de la théorie du trafic de hasard. Les différents paramètres varient de la façon suivante:

pertes $1\,^0/_{00} \leqq B \leqq 40\,^0/_0$

caractère «à pointes» $1 \leqq z = \frac{V}{R} \leqq 10$

Nombre de circuits $0 \leqq N \leqq 250$

2.4 Formules simplifiées servant au calcul du nombre de circuits nécessaires à un trafic de débordement

Nous avons le cas suivant *(fig. 3)*:

A = trafic offert:

trafic de débordement

R = Moyenne

V = Variance

$z = \frac{V}{R}$

$B = \frac{L}{R}$ = perte

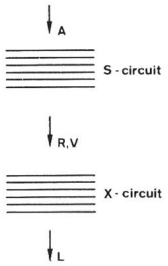


Fig. 3
Détermination de la capacité du faisceau de débordement

et nous voulons déterminer X en fonction de R, V et B.

Formule (a) valable pour: $0{,}12\,z + 0{,}2 < R \leqq 1{,}7\,z + 4{,}5$ Erlangs

$$(a):\ X = D.R + E.z - F.e^{-(z+R)} - G \qquad (9)$$

Formule (b) valable pour: $R \geqq 1{,}7\,z + 4{,}5$ Erlangs

$$(b):\ X = H.R + I.z + J\,(Rz)^{0,5} + \frac{K.R}{2{,}5+z} + L \qquad (10)$$

perte B = 0,01

$$(a):\ X = 1{,}564\,R + 3{,}435\,z - 4{,}221\,e^{-(R+z)} - 0{,}458 \qquad (11)$$

$$(b):\ X = 0{,}968\,R + 1{,}932\,z + 1{,}752\,(Rz)^{0,5} + \frac{0{,}0086\,R}{2{,}5 + z} + 0{,}345 \qquad (12)$$

perte B = 0,02

$$(a):\ X = 1{,}473\,R + 3{,}025\,z - 3{,}537\,e^{-(R+z)} - 0{,}466 \qquad (13)$$

$$(b):\ X = 0{,}951\,R + 1{,}783\,z + 1{,}491\,(Rz)^{0,5} + \frac{0{,}0131\,R}{2{,}5 + z} - 0{,}202 \qquad (14)$$

perte B = 0,03

$$(a):\ X = 1{,}409\,R + 2{,}776\,z - 3{,}173\,e^{-(R+z)} - 0{,}460 \qquad (15)$$

$$(b):\ X = 0{,}938\,R + 1{,}696\,z + 1{,}325\,(Rz)^{0,5} + \frac{0{,}0159}{2{,}5 + z} + 0{,}120 \qquad (16)$$

perte B = 0,05 (à partir d'ici nous obtenons des formules plus simples)

$$X = 0{,}9198\,R + 1{,}560\,z + 1{,}1039\,(Rz)^{0,6} \qquad (17)$$

perte B = 0,1

$$X = 0{,}8709\,R + 1{,}361\,z + 0{,}7716\,(Rz)^{0,5} \qquad (18)$$

2.5 Exemple numérique (fig. 4)

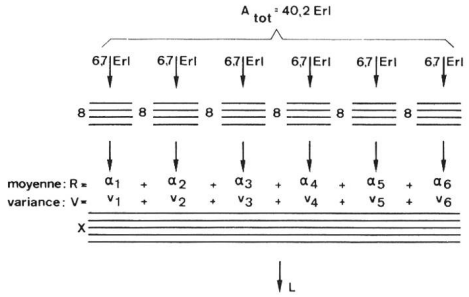


Fig. 4
Exemple numérique

moyenne: R = 1,08 × 6 = 6,48 Erl
variance: V = 2,05 × 6 = 12,3 Erl²

$$\text{Supposons } X = 12 \quad ; \quad B = \frac{L}{R} = ?$$

Nous avons: X = 12
V = 12,3
R = 6,48

$$\text{caractère «à pointes» } z = \frac{V}{R} = \frac{12{,}3}{6{,}48} = 1{,}90$$

Des tables nous tirons:

$$B = 0{,}066 \qquad B_{tot} = \frac{0{,}066 \times 6{,}48}{40{,}2} = 0{,}011$$

3. Dimensionnement des faisceaux de débordement à accessibilité imparfaite

3.1 Introduction

Pour le cas de faisceaux à accessibilité imparfaite, nous avons le diagramme suivant *(fig. 5)*:

Les trois faisceaux primaires d'offres A_1, A_2 et A_3 sont remplacés par un nouveau faisceau qui donne un même trafic de débordement (R, D) et qui a les caractéristiques suivantes:

trafic offert : A *
nombre de circuits : N *
accessibilité : K * < N *

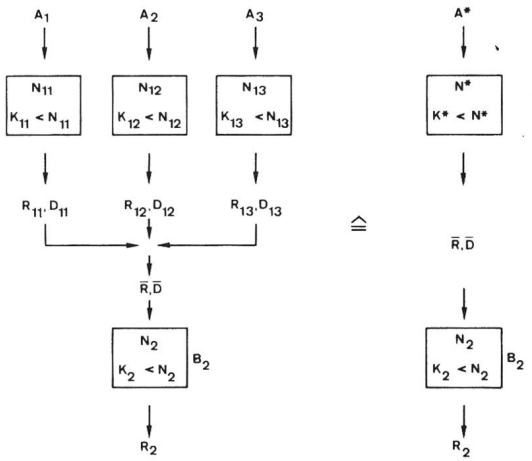


Fig. 5
Remplacement de plusieurs faisceaux primaires à accessibilité imparfaite, ayant un faisceau de débordement unique, par un seul

Tableau II, Trafic offert (en erlangs) lors d'une perte B = *0,05*

Circuits	Coefficient Z dû aux pointes 1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1.8	1,9	2,0	2,1
1	0,053	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,38	0,26	0,14	0,018	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0,90	0,76	0,63	0,50	0,37	0,23	0,087	0	0	0	0	0
4	1,52	1,37	1,22	1,08	0,93	0,79	0,65	0,51	0,36	0,21	0	0
5	2,22	2,05	1,89	1,73	1,57	1,42	1,27	1,12	0,96	0,81	0,66	0,51
6	2,96	2,78	2,60	2,43	2,26	2,10	1,93	1,77	1,61	1,46	1,30	1,15
7	3,74	3,54	3,35	3,17	2,99	2,81	2,64	2,47	2,30	2,14	1,97	1,81
8	4,54	4,33	4,13	3,94	3,75	3,56	3,38	3,20	3,02	2,85	2,68	2,51
9	5,37	5,15	4,94	4,73	4,53	4,33	4,14	3,95	3,77	3,59	3,41	3,23
10	6,22	5,98	5,76	5,54	5,33	5,12	4,92	4,73	4,53	4,34	4,16	3,97
11	7,08	6,83	6,60	6,37	6,15	5,93	5,72	5,52	5,32	5,12	4,93	4,73
12	7,95	7,69	7,45	7,21	6,98	6,76	6,54	6,33	6,12	5,91	5,71	5,51
13	8,83	8,57	8,31	8,07	7,83	7,60	7,37	7,15	6,93	6,72	6,51	6,31
14	9,73	9,45	9,19	8,93	8,69	8,44	8,21	7,98	7,76	7,54	7,32	7,11
15	10,63	10,35	10,07	9,81	9,55	9,30	9,06	8,82	8,59	8,37	8,15	7,93
16	11,54	11,25	10,97	10,69	10,43	10,17	9,92	9,68	9,44	9,21	8,98	8,76
17	12,46	12,16	11,87	11,59	11,31	11,05	10,79	10,54	10,30	10,06	9,82	9,59
18	13,38	13,07	12,77	12,48	12,20	11,93	11,67	11,41	11,16	10,91	10,67	10,44
19	14,31	14,00	13,69	13,39	13,10	12,82	12,55	12,29	12,03	11,78	11,53	11,29
20	15,25	14,92	14,60	14,30	14,01	13,72	13,44	13,17	12,91	12,65	12,40	12,15
21	16,19	15,85	15,53	15,22	14,91	14,62	14,34	14,06	13,79	13,53	13,27	13,02
22	17,13	16,79	16,46	16,14	15,83	15,53	15,24	14,96	14,68	14,41	14,15	13,89
23	18,08	17,73	17,39	17,06	16,75	16,44	16,15	15,86	15,57	15,30	15,03	14,77
24	19,03	18,67	18,33	17,99	17,67	17,36	17,06	16,76	16,47	16,19	15,92	15,65
25	19,98	19,62	19,27	18,93	18,60	18,28	17,97	17,67	17,38	17,09	16,81	16,54
26	20,94	20,57	20,21	19,86	19,53	19,21	18,59	18,29	18,29	18,00	17,71	17,43
27	21,90	21,52	21,16	20,81	20,47	20,13	19,82	19,50	19,20	18,90	18,61	18,33

B = 0,05 Z 1,0–2,1 Circuits 1–27

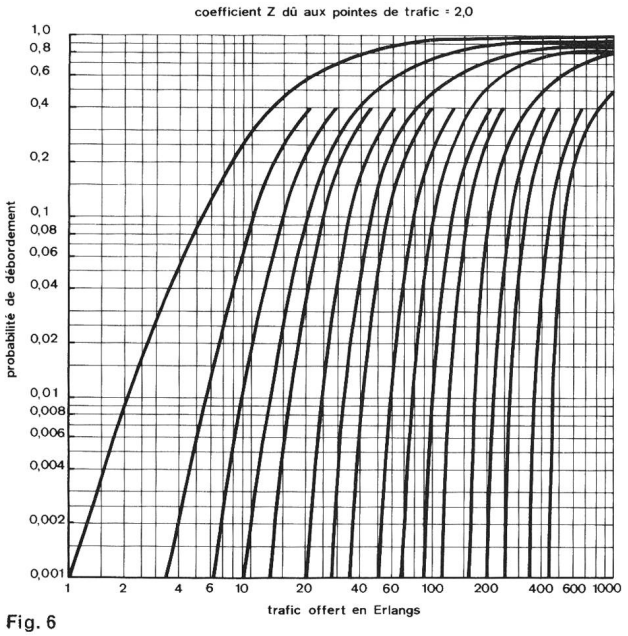


Fig. 6
Courbes de pertes pour un trafic offert non poissonnien

Avec un rapport de brassage approprié, on peut remplacer (afin de faciliter les calculs) le faisceau primaire et celui de débordement par un faisceau équivalent dont les différents paramètres sont mentionnés ci-dessous:

$$K_{total} = K^* + K_2 \quad (19)$$

$$N_{total} = N^* + N_2 \quad (20)$$

$$R_2 = A^* \cdot B_{total} \quad (21)$$

Calcul de la dispersion D

La théorie, concernant un réseau de couplage à un étage, nous livre les formules suivantes [4]:

limite inférieure : $$D_I = z \cdot R^2 \frac{K_1}{N_1} \quad (22)$$

limite supérieure : $$D_{II} = D_I \cdot \left(1 + \frac{N_1 - K_1}{g \cdot K_1}\right) \quad (23)$$

moyenne arithmétique : $$D_m = D_I \cdot \left[1 + \frac{0.5}{M_1} \cdot (1 - \frac{K_1}{N_1})\right] \quad (24)$$

N_1 = nombre de circuits
K_1 = accessibilité
M_1 = rapport de brassage

$$M_1 = g \cdot \frac{K_1}{N_1}$$

g = nombre de groupes d'accès
z = coefficient dû aux pointes

Tableau III. Trafic offert (en erlangs) lors d'une perte M = *0,07*

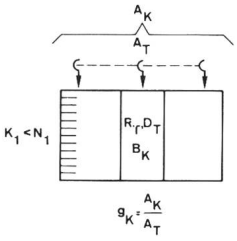
Circuits	Coefficient Z dû aux pointes 1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
1	0,075	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,47	0,35	0,23	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1,06	0,92	0,79	0,66	0,53	0,39	0,26	0,12	0	0	0	0
4	1,75	1,60	1,45	1,30	1,16	1,02	0,88	0,74	0,59	0,45	0,31	0,15
5	2,50	2,34	2,18	2,02	1,86	1,71	1,56	1,41	1,26	1,11	0,96	0,82
6	3,30	3,13	2,95	2,78	2,61	2,45	2,29	2,13	1,97	1,82	1,66	1,51
7	4,14	3,95	3,76	3,58	3,40	3,22	3,05	2,88	2,72	2,56	2,39	2,23
8	5,00	4,79	4,59	4,40	4,21	4,03	3,85	3,67	3,50	3,33	3,16	2,99
9	5,88	5,66	5,45	5,25	5,05	4,86	4,67	4,48	4,30	4,12	3,94	3,77
10	6,78	6,55	6,33	6,11	5,91	5,70	5,51	5,31	5,12	4,94	4,75	4,57
11	7,69	7,45	7,22	7,00	6,78	6,57	6,36	6,16	5,96	5,77	5,58	5,39
12	8,61	8,36	8,12	7,89	7,66	7,44	7,23	7,02	6,82	6,61	6,42	6,22
13	9,54	9,28	9,04	8,79	8,56	8,33	8,11	7,90	7,68	7,48	7,27	7,07
14	10,48	10,22	9,96	9,71	9,47	9,23	9,01	8,78	8,56	8,35	8,14	7,93
15	11,43	11,16	10,89	10,64	10,39	10,14	9,91	9,68	9,45	9,23	9,01	8,80
16	12,39	12,11	11,83	11,57	11,31	11,06	10,82	10,58	10,35	10,12	9,90	9,68
17	13,35	13,06	12,78	12,51	12,24	11,99	11,74	11,49	11,25	11,02	10,79	10,57
18	14,32	14,02	13,73	13,45	13,18	12,92	12,66	12,41	12,17	11,93	11,69	11,46
19	15,29	14,99	14,69	14,40	14,12	13,85	13,59	13,34	13,09	12,84	12,60	12,37
20	16,27	15,96	15,65	15,36	15,07	14,80	14,53	14,27	14,01	13,76	13,52	13,27
21	17,25	16,93	16,62	16,32	16,03	15,75	15,47	15,20	14,94	14,69	14,44	14,19
22	18,24	17,91	17,59	17,29	16,99	16,70	16,42	16,15	15,88	15,62	15,36	15,11
23	19,23	18,89	18,57	18,25	17,95	17,66	17,37	17,09	16,82	16,55	16,29	16,04
24	20,22	19,88	19,55	19,23	18,92	18,62	18,33	18,04	17,77	17,49	17,23	16,97
25	21,21	20,87	20,53	20,20	19,89	19,58	19,29	19,00	18,72	18,44	18,17	17,90
26	22,21	21,86	21,52	21,19	20,86	20,55	20,25	19,96	19,67	19,39	19,11	18,84
27	23,21	22,85	22,50	22,17	21,84	21,53	21,22	20,92	20,63	20,34	20,06	19,79

B = 0,07 Z 1,0–2,1 Circuits 1–27

On définit ce coefficient de pointes, en déterminant un faisceau à accessibilité parfaite qui correspond à notre faisceau à accessibilité imparfaite, c'est-à-dire que pour les deux faisceaux, les états de débordement et de non-débordement coïncident.

Nous avons *(fig. 7)*:

faisceau à accessibilité imparfaite



faisceau à accessibilité parfaite

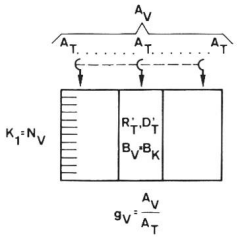


Fig. 7
Comparaison de deux faisceaux

Si on compare les deux faisceaux (à accessibilité parfaite et imparfaite), on remarque que, pour un groupe d'accès déterminé, tout est semblable (probabilités de blocage et de non-blocage, moyenne du trafic de débordement: $R_T = R_T'$, ...) sauf la répartition des intervalles de non-blocage qui eux dépendent des autres groupes d'accès (g_K–1 et g_V–1). Si on néglige cette imprécision, on obtient:

$$D_T = D'_T = R_T^2 \cdot \left\{ \frac{1}{B_K\,[K_1 + 1 - A_V\,(1 - B_K)]} - 1 \right\} \qquad (25)$$

$$D_T = D'_T = z \cdot R_T^2 \qquad (26)$$

donc:

$$z = \frac{1}{B_K[K_1 + 1 - A_V\,(1 - B_K)]} - 1 \qquad (27)$$

Exemple: B= 0,4; K = 10 → z = 0,146

Les valeurs de z en fonction de K et de B sont données par les graphiques (*fig. 8a, 8b, 8c*).

3.2 Dimensionnement d'un faisceau de débordement

En supposant que les trafics de débordement des différents faisceaux soient indépendants, nous pouvons écrire:

$$\overline{R} = \sum_i R_i \qquad (28)$$

$$\overline{D}_m = \sum_i D_{mi} \qquad (29)$$

Pour une perte, une accessibilité et une offre égales, un trafic de débordement nécessite plus de circuits qu'un trafic de hasard.

$$N_2\,(\overline{R}, \overline{D}_m, B_2, K_2) = N_0\,(\overline{R}, B_2, K_2) + \triangle N \qquad (30)$$

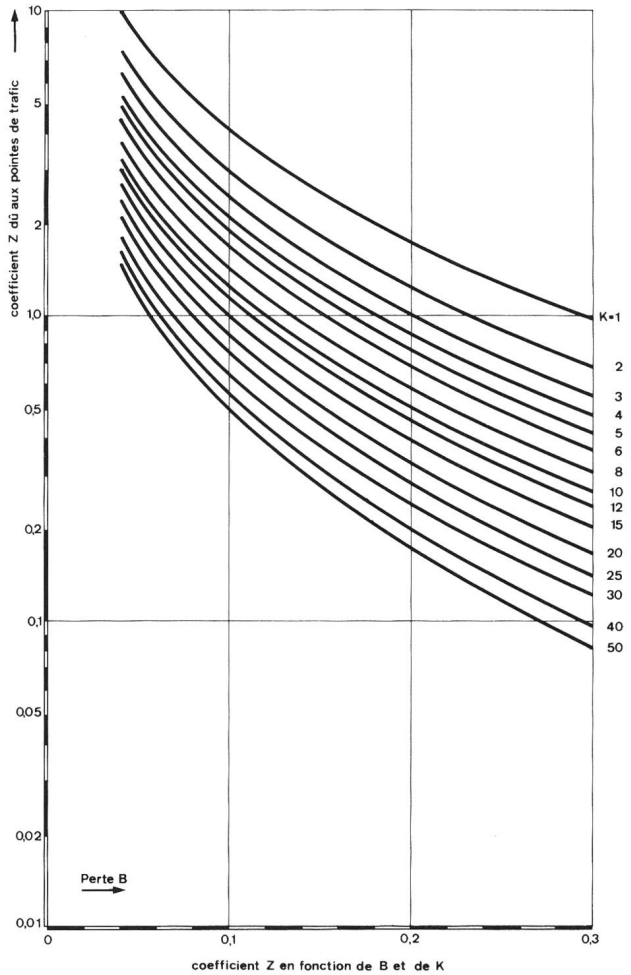


Fig. 8a Coefficient Z en fonction de B et de K

N_2 = nombre de circuits du faisceau avec trafic de débordement

N_0 = nombre de circuits du faisceau avec trafic de hasard

$\triangle N$ = nombre de circuits supplémentaires

A l'aide de la théorie de *U. Herzog* et *A. Lotze* [6], on peut déterminer $\triangle N$ de façon simple. En effet:

$$\triangle N = \frac{\overline{D}_m}{\overline{R}} \left\{ C_1 \cdot (\overline{R} - 20) + C_2 \right\} \qquad (31)$$

Les paramètres C_1 et C_2 (déterminés de façon empirique) sont donnés dans des diagrammes *(fig. 9a, 9b)*.

Deux cas peuvent maintenant se présenter:

a) On connaît B_2, K_2, $\overline{R}$, $\overline{D}_m$ et on veut déterminer le nombre de circuits N_2. Le problème est simple car tout se trouve dans les différents diagrammes.

Exemple: $B_2 = 2\%$
$K_2 = 10$

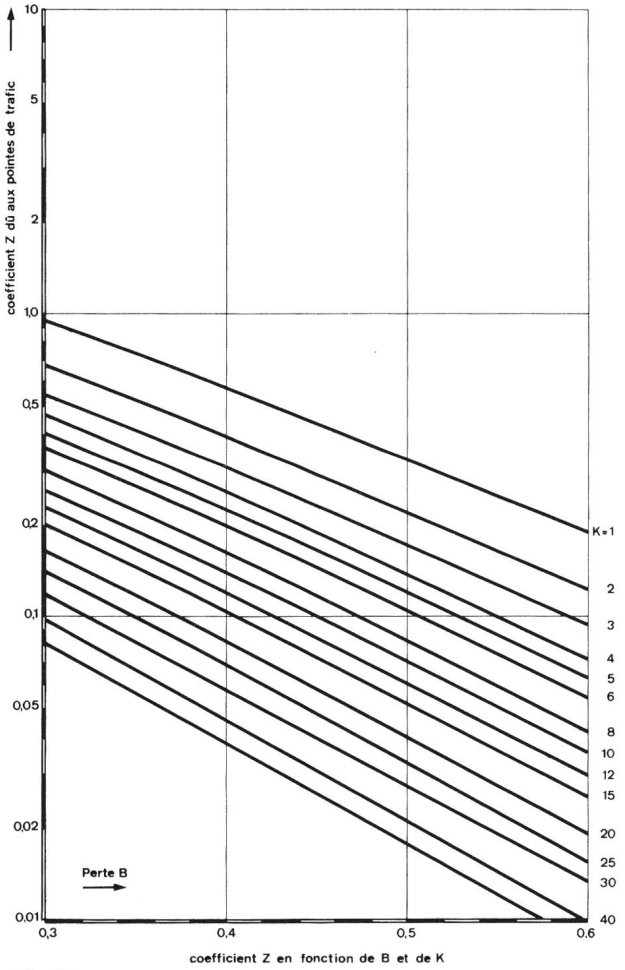


Fig. 8b

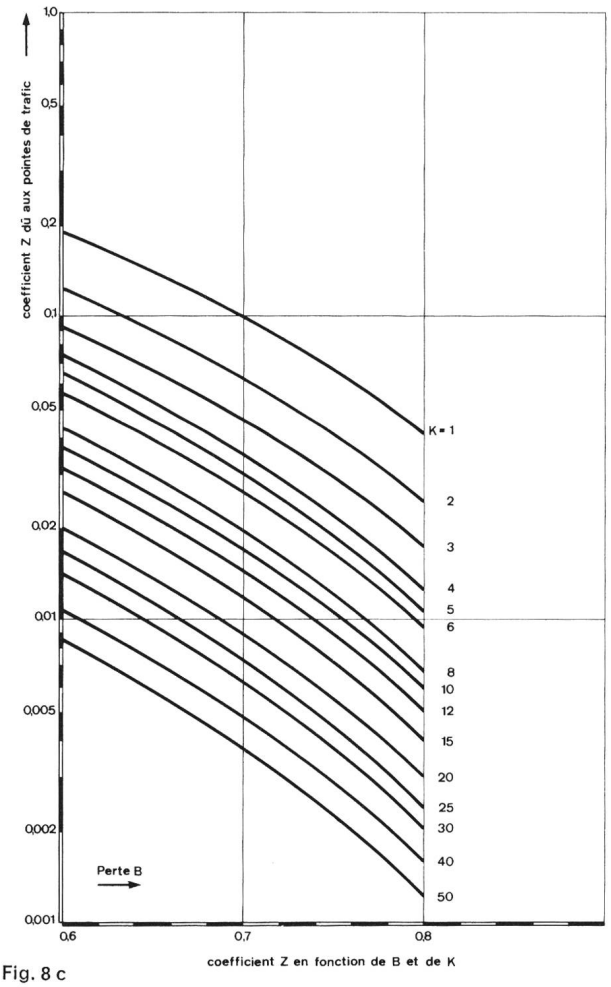


Fig. 8c

Fig. 8b et 8c: Coefficient Z en fonction de B et de K

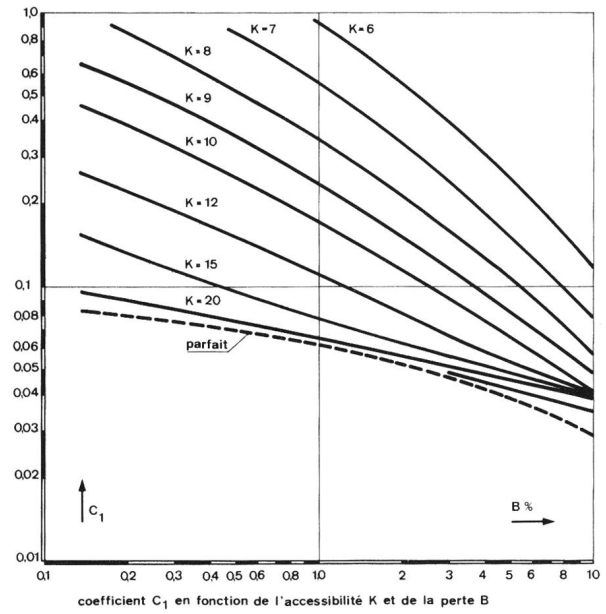


Fig. 9a: Coefficient C_1 en fonction de l'accessibilité K et de la perte B

$$\overline{R} = 15$$
$$\overline{D}_m = 15$$

$$N_2\,(\overline{R}, \overline{D}_m, B_2, K_2) = N_0\,(\overline{R}, B_2, K_2) + \triangle N$$

$$N_0\,(15;0{,}02;\,10) \quad = 25{,}66$$

$$\triangle N = \frac{\overline{D}_m}{\overline{R}}\left[C_1\,(\overline{R} - 20) + C_2\right] = 1\left[0{,}12 \cdot -5 + 6{,}4\right] = 5{,}8$$

$$\boxed{N_2 = 31{,}46}$$

b) On connaît N_2, K_2, $\overline{R}$, $\overline{D}_m$ et on veut déterminer les pertes B_2. Nous utilisons pour ce cas le faisceau équivalent avec les données suivantes *(fig. 10)*, [8]:

Offre:	A^*
nombre de circuits:	$N_{tot} = N^* + N_2$
accessibilité:	$K_{tot} = K^* + K_2$

Les tables nous livrent $(A^*, N_{tot}, K_{tot}) = f\,(\overline{R}, \frac{N^*}{K^*}, D_l)$

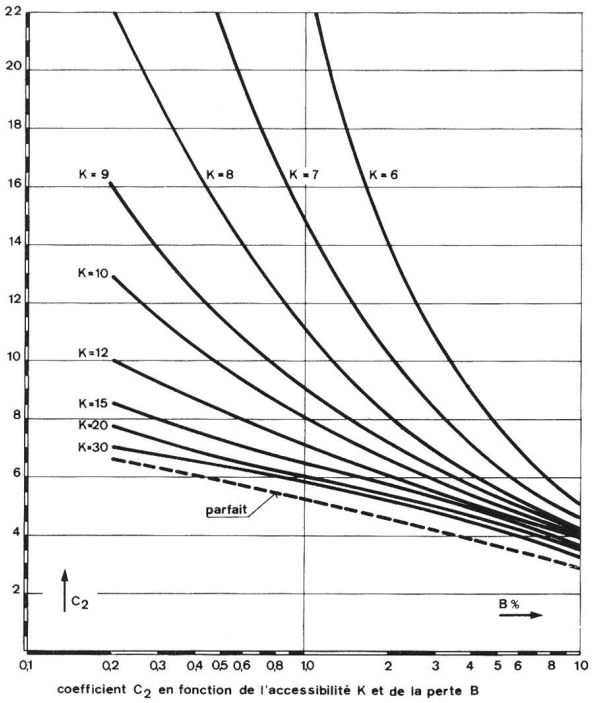


Fig. 9 b: Coefficient C_1 en fonction de l'accessibilité K et de la perte B

et il nous reste à déterminer $\frac{N^*}{K^*}$ et D_1, Les conditions suivantes sont aussi remplies:

$$\frac{N^*}{K^*} > \frac{N_2}{K_2} \qquad (32)$$

$$\overline{D}_1 \approx 0{,}8\,\overline{D}_m \qquad (33)$$

Le *tableau IV* nous fournit les valeurs de $\frac{N^*}{K^*}$ en fonction de N_2 et K_2

N_2 K_2	6	8	10	12	14	16	18	20
10	3	2	1					
20	6	4	3	3	2	2	2	1
30	9	6	4	4	3	2	2	2
40	12	8	6	5	4	3	3	3
50	14	10	7	6	5	4	4	4
60	28	12	9	8	6	5	5	6
80	20	16	12	10	9	7	6	4
100	15	18	14	12	10	9	8	7
120	—	20	18	16	14	10	9	8
140	—	—	20	18	16	12	10	10
160	—	—	—	20	18	14	12	12
180	—	—	—	—	20	16	14	12
200	—	—	—	—	—	18	16	14

Exemple: $\overline{D}_m = 10{,}9$

$\overline{R} = 20$ Erl

$$\left.\begin{array}{l} N_2 = 40 \\ K_2 = 9 \end{array}\right\} \longrightarrow \frac{N^*}{K^*} = 8$$

$$\overline{D}_1 \approx 0{,}8\,\overline{D}_m = 8{,}72$$

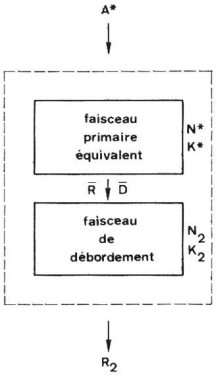


Fig. 10
Détermination du nombre de lignes et de l'accessibilité du faisceau primaire

Des tables nous obtenons: $A^* = 45{,}41$ Erl

pour $R = 20$; $D_1 = 10{,}19$ $N^* = 32$

et $\frac{N^*}{K^*} = 8$ $K^* = 4$

donc: $K_{tot.} = K^* + K_2 = 12$

$N_{tot.} = N^* + N_2 = 72$

$$B_{tot} = \frac{R_2}{A^*} = \frac{E_{N^*+N_2}(A_0)}{E_{N^*+N_2+K+K_2}(A_0)} = 0{,}0094$$

$$B_2 = \frac{R_2}{R} = \frac{A^*}{R} \cdot B_{tot} \text{ avec } E_N(A_0) = \frac{\frac{A_0^N}{N!}}{\sum_{i=0}^{N} \frac{A_0^i}{i!}}$$

$B_2 = 2{,}13\,\%$

3.3 Influence de différents paramètres

3.3.1 Variation du rapport $\frac{D}{R}$ en fonction de K, N et B du faisceau primaire (fig. 11)

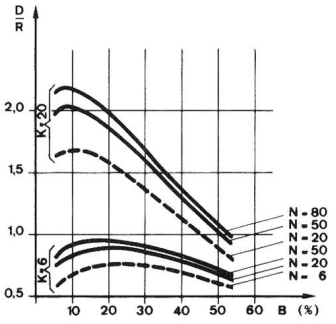


Fig. 11
Variation du rapport $\frac{D}{R}$ en fonction de K, N et B du faisceau primaire

On reconnaît aisément les propriétés suivantes:

a) à pertes constantes, le rapport $\frac{D}{R}$ croît avec la grandeur du faisceau

b) $\frac{D}{R}$ augmente fortement lorsque l'accessibilité devient plus grande

c) lorsque les pertes augmentent, $\frac{D}{R}$ atteint son maximum aux environs de $A = 0{,}9\ N$ et devient nul lorsque $B = 1 \mathrel{\hat{=}} 100\%$

3.3.2 Supplément de lignes nécessaires à un faisceau de débordement (fig. 12)

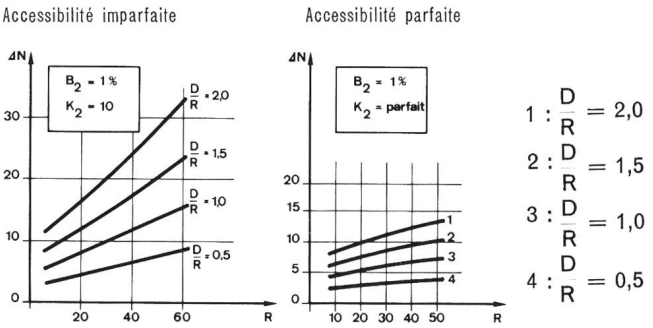


Fig. 12
Supplément de lignes nécessaires à un faisceau de débordement

On remarque que les variations de ΔN sont beaucoup plus importantes lorsque l'accessibilité n'est pas parfaite.

3.3.3 Augmentation des pertes B_2, dans le faisceau de débordement, en fonction de $\frac{D}{R}$ (fig. 13).

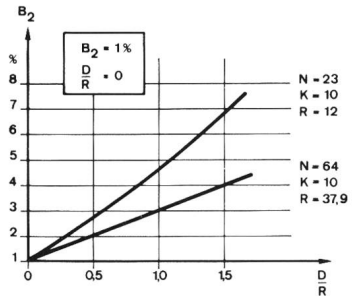


Fig. 13
Augmentation des pertes B_2 dans le faisceau de débordement en fonction de $\frac{D}{R}$

On ne peut donc pas dimensionner un faisceau de débordement comme un faisceau avec trafic de hasard.

3.4 Influence d'une surcharge d'un faisceau primaire (fig. 14)

Supposons que sur l'un des faisceaux primaires, une surcharge se produise. Examinons maintenant ce qui se passe.

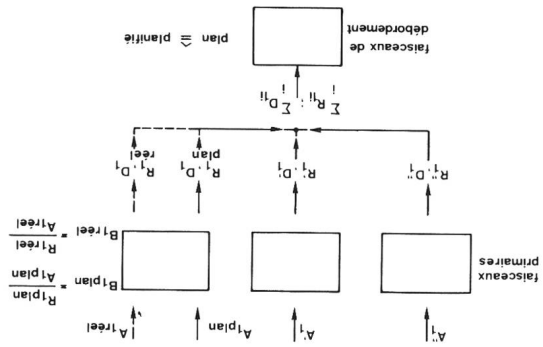


Fig. 14
Cas de surcharge d'un faisceau primaire

Définition: facteur de surcharge $\alpha_1 = \frac{A_1 \text{ réel}}{A_1 \text{ planifié}}$ (34)

facteur de perte $\lambda_1 = \frac{B_1 \text{ réel}}{B_1 \text{ plan.}} = f(N, K_1, B_{1\,\text{plan.}}, \alpha_1)$ (35)

facteur de débordement $\varrho_1 = \frac{R_1 \text{ réel}}{R_1 \text{ plan.}} = \alpha_1 \cdot \lambda_1$ (36)

A partir du diagramme de la *figure 15,* nous pouvons tirer les conséquences suivantes:

a) Chaque faisceau primaire avec débordement agit sur ce faisceau de débordement comme un amplificateur de surcharges.

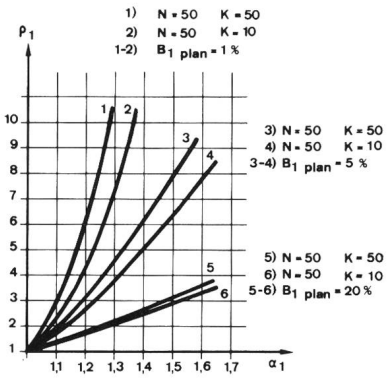


Fig. 15
Facteur de débordement en fonction du facteur de surcharge

b) Deux débordements en série présentent de grands risques.
c) Les faisceaux primaires avec grande probabilité de débordement, donnent les facteurs de débordement les plus favorables.
d) Plus les pertes planifiées sont importantes, plus l'influence de l'accessibilité diminue.

3.5 Influence d'une surcharge d'un faisceau de débordement (fig. 16)

facteur de surcharge: $\alpha_2 = \dfrac{\Sigma R_{1\ réel}}{\Sigma R_{1\ plan.}}$

facteur de perte: $\lambda_2 = \dfrac{B_{2\ réel}}{B_{2\ plan.}}$

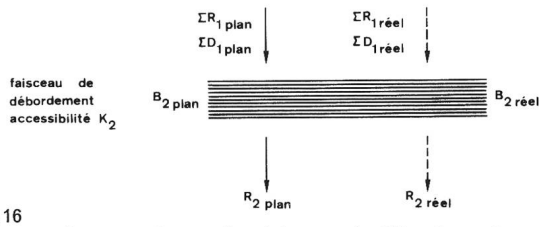


Fig. 16
Influence d'une surcharge d'un faisceau de débordement

Pertes effectives:

$$B_{eff.} = B_1 . B_2 \qquad (37)$$

avec: B_1 = probabilité de perte dans le faisceau primaire
B_2 = probabilité de perte dans le faisceau de débordement

Dans le cas considéré, nous avons:

$$B_{eff.réel} = B_{1\ réel} \cdot B_{2\ réel}$$
$$= B_{1\ plan.} \cdot \lambda_1 \cdot B_{2\ plan.} \cdot \lambda_2$$
$$= B_{eff.\ plan.} \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2$$

En cas de surcharge, les pertes effectives réelles sont influencées par les deux paramètres λ_1 et λ_2.

Exemple (fig. 17): variation de λ_2 en fonction de α_2

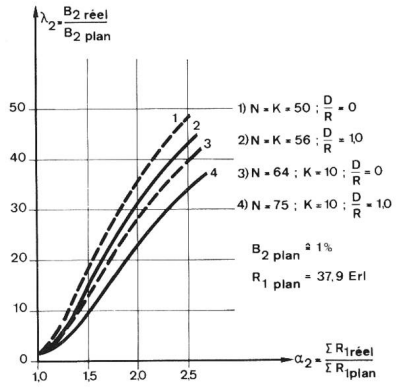


Fig. 17
Facteur de pertes en fonction du facteur de surcharge

Remarque:

Les faisceaux de débordement correctement dimensionnés sont légèrement moins sensibles aux surcharges que les faisceaux alimentés avec du trafic de hasard.

3.6 Influence d'un trafic de hasard mélangé à un trafic de débordement

3.6.1 Faisceau de débordement avec accessibilité parfaite (fig. 18)

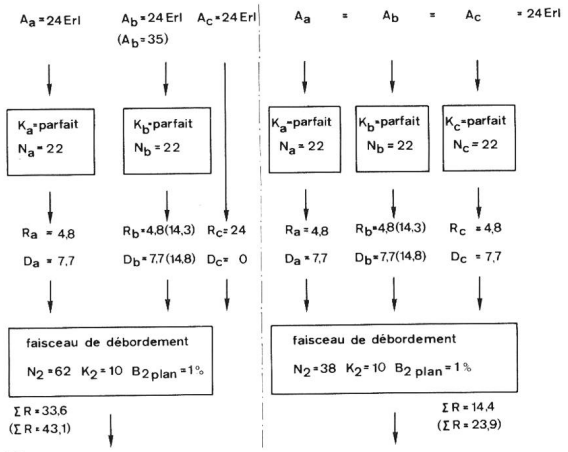


Fig. 18
Exemple comparatif

Exemple comparatif:

(...): valeurs pour une surcharge donnée

A) Avec les charges planifiées, nous avons:

cas I

$\sum_i Ri = 33{,}6$

$\left.\begin{array}{l}\sum_i D_i = 15{,}4 \\ B_{2\ plan.} \mathrel{\widehat{=}} 1\,\%\end{array}\right\} \longrightarrow$ $N_2 = 48$ circuits
$N_{total} = (2 \times 22) + 48 = 92$ circuits
$B_{eff.\ a,b} = 0{,}2 \times 0{,}01 \mathrel{\widehat{=}} 0{,}2\,\%$
$B_{eff.\ c} = 0{,}01 \mathrel{\widehat{=}} 1\,\%$

cas II

$\left.\begin{array}{l}\sum_i Ri = 14{,}4 \\ \sum_i D_i = 23{,}1 \\ B_{2\ plan.} \mathrel{\widehat{=}} 1\,\%\end{array}\right\} \longrightarrow$ $N_2 = 30$ circuits
$N_{total} = (3 \times 22) + 30 = 96$
$B_{eff.\ a,b,c} = 0{,}2 \times 0{,}01 \mathrel{\widehat{=}} 0{,}2\,\%$

Si N_{total} était égal à 92 (comme dans le cas I), nous aurions: $B_{2\ plan.} \mathrel{\widehat{=}} 3{,}1\,\%$
$B_{eff.\ a,b,c} = 0{,}2 \times 0{,}031 \mathrel{\widehat{=}} 0{,}62\,\%$

B) Avec une surcharge donnée (par exemple 45% sur un faisceau primaire), nous avons:

cas I

$\sum_i R_i = 43{,}1$
$\sum_i D_i = 22{,}5$
$N_2 = 48$

$\rightarrow$ $B_2 = 7{,}8\,\%$
$B_{eff.\,a} = 0{,}2 \times 0{,}078 \mathrel{\hat{=}} 1{,}56\,\%$
$B_{eff.\,b} = 0{,}408 \times 0{,}078 \mathrel{\hat{=}} 3{,}19\,\%$
$B_{eff.\,c} \mathrel{\hat{=}} 7{,}8\,\%$

cas II

$\sum_i R_i = 23{,}9$
$\sum_i D_i = 30{,}2$
$N_2 = 30$

$\rightarrow$ $B_2 \mathrel{\hat{=}} 9{,}7\,\%$
$B_{eff.\,a,c} = 0{,}2 \times 0{,}097 \mathrel{\hat{=}} 1{,}94\,\%$
$B_{eff.\,b} = 0{,}408 \times 0{,}097 \mathrel{\hat{=}} 3{,}96\,\%$

Si N_{total} était égal à 92 (comme le cas I), nous aurions:

$B_2 \mathrel{\hat{=}} 17\,\%$
$B_{eff.\,a,c} = 0{,}2 \times 0{,}17 \mathrel{\hat{=}} 3{,}4\,\%$
$B_{eff.\,b} = 0{,}408 \times 0{,}17 \mathrel{\hat{=}} 6{,}95\,\%$

En résumé, nous obtenons la *figure 19* :

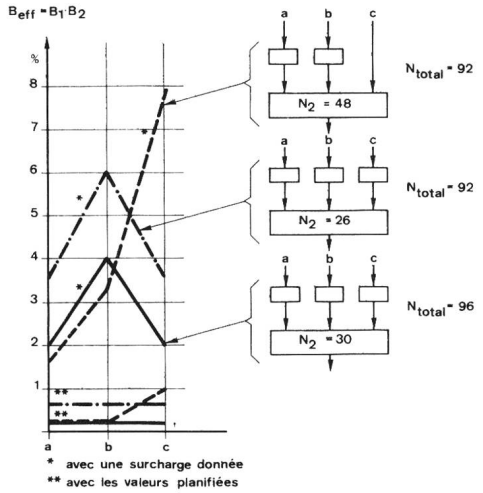


Fig. 19
Pertes effectives pour différents groupements

3.6.2 Faisceau de débordement avec accessibilité imparfaite

Exemple comparatif *(fig. 20)*:

(...): valeurs pour une surcharge donnée

A) Avec les charges planifiées, nous avons:

cas I

$\sum_i R = 33{,}6$
$\sum_i D_i = 15{,}4$
$B_{2\,plan.} = 1\,\%$
$K_2 = 10$

$\rightarrow$ $N_2 = 62$
$N_{total} = 106$
$B_{eff.\,a,b} \mathrel{\hat{=}} 0{,}2\,\%$
$B_{eff.\,c} \mathrel{\hat{=}} 1\,\%$

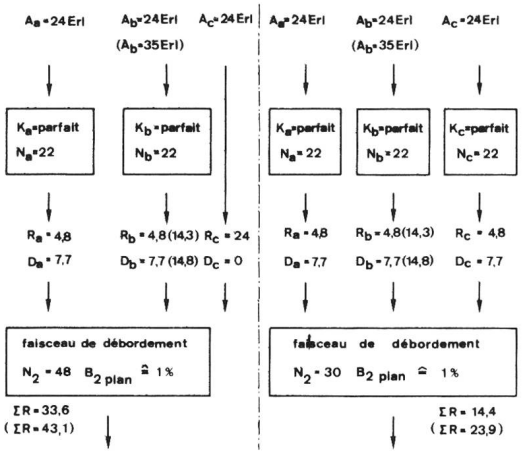


Fig. 20
Exemple comparatif

cas II

$\sum_i R_i = 14{,}4$
$\sum_i D_i = 23{,}1$
$B_{2\,plan.} = 1\,\%$
$K_2 = 10$

$\rightarrow$ $N_2 = 38$
$N_{total} = 104$
$B_{eff.\,a,b,c} \mathrel{\hat{=}} 0{,}2\,\%$

Si N_{total} était égal à 106 (comme dans le cas I), nous aurions:

$B_{2\,plan.} \mathrel{\hat{=}} 0{,}7\,\%$
$B_{eff.\,a,b,c} \mathrel{\hat{=}} 0{,}14\,\%$

B) Avec une certaine surcharge (par exemple 45% sur l'un des faisceaux primaires), nous avons:

cas I

$\sum_i R_i = 43{,}1$
$\sum_i D_i = 22{,}5$
$N_2 = 62$
$K_2 = 10$

$\rightarrow$ $B_2 = 6\,\%$
$B_{eff.\,a} \mathrel{\hat{=}} 1{,}2\,\%$
$B_{eff.\,b} \mathrel{\hat{=}} 2{,}45\,\%$
$B_{eff.\,c} \mathrel{\hat{=}} 6\,\%$

cas II

$\sum_i R_i = 23{,}9$
$\sum_i D_i = 30{,}2$
$N_2 = 38$
$K_2 = 10$

$\rightarrow$ $B_2 \mathrel{\hat{=}} 7{,}4\,\%$
$B_{eff.\,a,c} \mathrel{\hat{=}} 1{,}48\,\%$
$B_{eff.\,b} \mathrel{\hat{=}} 3{,}02\,\%$

Si N_{total} valait 106 (comme dans le cas I) nous aurions:

$B_2 \mathrel{\hat{=}} 5{,}5\,\%$
$B_{eff.\,b} \mathrel{\hat{=}} 2{,}25\,\%$
$B_{eff.\,a,c} \mathrel{\hat{=}} 1{,}1\,\%$

Nous arrivons donc à la *figure 21*:

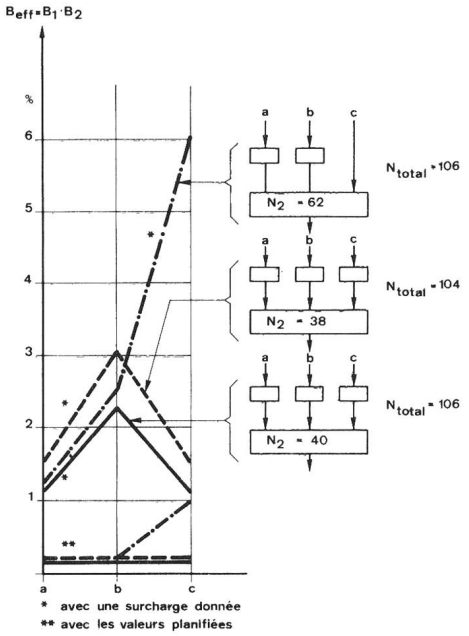


Fig. 21
Pertes effectives pour différents groupements

Des figures précédentes, nous pouvons tirer les conséquences suivantes:

1. Une surcharge moyenne d'un faisceau primaire peut déjà provoquer une augmentation importante des pertes dans le faisceau de débordement.
2. Les pertes effectives, d'un trafic de hasard qui alimente directement un faisceau de débordement, atteignent assez rapidement en cas de surcharge une valeur inadmissible.
3. En principe, les faisceaux de débordement ne doivent écouler que du trafic de débordement.
4. Quand les pertes du faisceau de débordement augmentent d'un facteur λ_2, les pertes effectives augmentent au moins du même facteur.
5. Si les pertes effectives ne doivent pas dépasser une certaine limite admissible en cas de surcharge, elles doivent être bien inférieures à celle-ci en cas de service normal.

4. Réseau de couplage à plusieurs étages et trafic de débordement

4.1 Calcul du trafic de débordement simple

L'accessibilité d'un réseau de couplage à plusieurs étages n'est pas constante mais dépend de la charge momentanée. On peut toutefois déterminer une accessibilité moyenne qui va nous permettre de calculer, selon les méthodes expliquées aux chapitres précédents, la dispersion et la moyenne de ce trafic de débordement simple.

Si nous considérons un faisceau ou une direction de N lignes devant écouler un trafic Y et admettant une perte B, nous avons:

$$K_{moyen} = f\,(B, N, Y) \tag{38}$$

Le trafic de débordement simple est défini comme suit:

$$\text{dispersion } D = z\,(B, K_{moyen}) \cdot R^2 \cdot \frac{K_{moyen}}{N} \tag{39}$$

$$\text{moyenne } R = B \cdot \frac{Y}{1 - B} \tag{40}$$

z = coefficient de pointes (est défini au chapitre III)

Calcul du trafic de débordement composé

Si r trafics de débordement simples (R_i, D_i, i = I, II, ...r) sont rassemblés, le trafic de débordement composé aura les caractéristiques suivantes:

$$\text{Moyenne: } R_{composée} = \sum_{i=I}^{r} R_i$$

Dispersion $D_{composée}$: pour le calcul de celle-ci, on doit tenir compte du fait qu'il y a une corrélation entre les trafics des différentes directions.

Calcul de la dispersion composée:

Une méthode approchée considère cette dispersion composée comme étant formée de deux parties: l'une due au blocage d'entrée (KA) et l'autre due au blocage du faisceau (K_i) (les blocages d'entrée et du faisceau sont définis dans [9]).

a) dispersion due au blocage d'entrée

$$D_{composée,\,entrée} = z\left\{(K_A), K_A\right\} \cdot R^2_{composé,\,entrée} \cdot \frac{K_A}{gB \cdot i_B} \tag{41}$$

K_A = nombre de sorties d'un multiple de couplage du premier étage.

g_B = nombre de multiples de couplage du deuxième étage.

i_B = nombre d'entrées par multiple de couplage du deuxième étage.

$$R_{composé,\,entrée} = \sum_{i=I}^{r} R_{i,\,entrée} \tag{42}$$

$$R_{i,\,entrée} = A_i \cdot (K_A) = \frac{Y_i}{1 - B_i} \cdot (K_A) \tag{43}$$

Les dispersions de toutes les directions étant corrélatives nous avons encore [10]:

$$D_{i,\,entrée} = \left[\frac{R_{i,\,entrée}}{R_{composé,\,entrée}}\right]^2 \cdot D_{composé,\,entrée} \tag{44}$$

b) dispersion due au blocage du faisceau

On peut dans ce cas, considérer les dispersions simples comme étant statistiquement indépendantes; on obtient donc:

$$D_{composée,\,AB} = \sum_{i=I}^{r} D_{i\,AB} \tag{45}$$

La dispersion composée a donc la forme suivante:

$$D_{composée} = \left[\frac{R_{composé,\,entrée}}{R_{i,\,entrée}}\right]^2 \cdot D_{i,\,entrée} + \sum_{i=1}^{r} D_{i,\,AB} \qquad (46)$$

Si tous les faisceaux sont semblables, nous avons:

$$D_{composé} = r^2 \cdot D_{i,\,entrée} + D_{i,\,AB} \qquad (47)$$

4.2 Dimensionnement d'un réseau de couplage à plusieurs étages dont le trafic offert est un trafic de débordement

Prenons le cas de la *figure 22* :

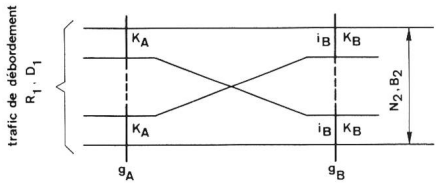


Fig. 22
Réseau de couplage à deux étages

Données: R_1, D_1, K_A, K_B, g_A, B_2
On cherche: N_2
Nous avons: $B_2 = R_2/R_1$
$Y_2 = R_1.(1-B_2)$

$$K_{moyen} = \left(K_A - \frac{Y_2}{g_A}\right) \cdot K_B + \frac{Y_2}{g_A} = K_2 \qquad (48)$$

$N_2\,(R_1, D_1, B_2, K_2) = N\,(R_1, B_2, K_2) + \triangle N$

Avec un autre réseau de couplage, il suffit de déterminer l'accessibilité moyenne (K_{moyen}) et le problème se résoud de la même façon.

Exemple 1: cas de la figure ci-dessus

$R_1 = 29{,}8$ Erl $D_1 = 29{,}4$ $B_2 \mathrel{\hat{=}} 4{,}35\,\%$
$K_A = 20$ $K_B = 2$ $g_A = 6$

Nous obtenons:

$Y_2 = 28{,}5$ Erl
$K_{moyen} = 35{,}25$
$N_2 = 40$ lignes

Exemple (fig. 23): Nous avons le réseau de connexion suivant:

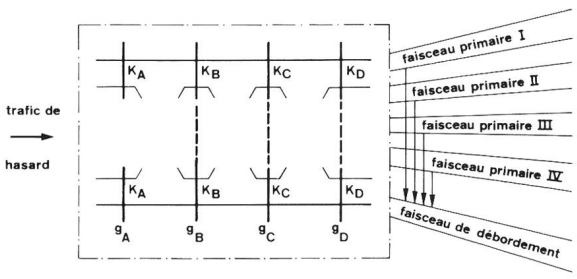


Fig. 23
Réseau de couplage à quatre étages, avec débordement

Données: $K_A = 5$ $K_B = 4$ $K_C = 7$
K_D (faisc. primaires) $= 1$
$g_A = 80$ $g_B = 40$ $g_C = 16$
K_D (débordement) $= 2$

Pour chaque faisceau primaire, nous avons:

y_i (primaire) $= 12$ Erl, $K_{Di} = 1$
B_i (primaire) $= 0{,}255$, $i = \mathrm{I, II, III, IV}$

Pour le faisceau de débordement:

B (débordement) $= 0{,}03$
K_D (débordement) $= 2$

On cherche: le nombre de lignes des faisceaux primaires et le nombre de lignes du faisceau de débordement.

Nous obtenons:

trafic écoulé par les faisceaux primaires:

$$Y = y_i \cdot 4 = 48 \text{ Erl}$$

trafic de débordement:

$$R = Y \cdot \frac{B_i}{1 - B_i} = 16{,}45 \text{ Erl}$$

trafic écoulé par le faisceau de débordement:

$$Y\,(\text{débord.}) = R.[1 - B\,(\text{débord.})] = 15{,}95 \text{ Erl}$$

trafic total écoulé:

$$Y_{tot.} = Y + Y\,(\text{débord.}) = 63{,}95 \text{ Erl}$$

accessibilité moyenne d'un faisceau primaire:

K_{moyen} (primaire) =

$$\left(K_A - \frac{Y_{tot.}}{g_A}\right) \cdot \left(K_B - \frac{Y_{tot.}}{g_B}\right) \cdot \left(K_C - \frac{Y_{tot.}}{g_C}\right) \cdot K_{Di} + \frac{\frac{Y}{4}}{g_A} \qquad (49)$$

$= 14{,}2$ (restrictions selon [9] incluses)

accessibilité moyenne du faisceau de débordement:

K_{moyen} (débord.) =

$$\left(K_A - \frac{Y_{tot.}}{g_A}\right) \cdot \left(K_B - \frac{Y_{tot.}}{g_B}\right) \cdot \left(K_C - \frac{Y_{tot.}}{g_C}\right) \cdot K_D + \frac{Y\,(\text{déb.})}{g_A} \qquad (50)$$

$= 28{,}2$ (restrictions selon [9] incluses)

Nombre de lignes d'un faisceau primaire:

$$\left.\begin{array}{l} y_i = 12 \text{ Erl} \\ B_i = 0{,}255 \\ K = 14{,}2 \end{array}\right\} \quad N_i = 14 \text{ lignes}$$

Nombre de lignes du faisceau de débordement:

Si nous acceptons que le blocage d'entrée est négligeable par rapport au blocage du faisceau, nous avons:

$$R_{composé} = \sum_{i=1}^{4} R_i = 16{,}45 \text{ Erl.}$$

$$D_{composée} = \sum_{i=1}^{4} 20$$

$\longrightarrow$ N (débordement) $= 28$ lignes

5. Dimensionnement optimum

En général une partie du trafic utilise les faisceaux primaires et le reste doit employer le faisceau de débordement.

Les lignes du faisceau de débordement coûtent normalement q-fois plus que celles du faisceau primaire. Le prix global G, en prenant comme unité de calcul le coût d'une ligne du faisceau primaire, des N_2-lignes du faisceau de débordement et des N_1-lignes du faisceau primaire est:

$$G = N_1 + q \cdot N_2 \qquad (51)$$

Pour obtenir un dimensionnement optimum, il faut que le prix global soit minimum, c'est-à-dire que $\frac{dG}{dN_1}$ soit égal à zéro.

Nous avons en développant la formule de G:

$$\frac{dG}{dN_1} = 1 + q \cdot \frac{dN_2}{dN_1} \qquad (52)$$

$$= 1 - q \cdot (1 - B_2) \cdot \frac{dy_1/dN_1}{dy_2/dN_2} = 0$$

$$\longrightarrow \frac{dy_1}{dN_1} = \frac{1}{q} \cdot \frac{1}{1 - B_2} \cdot \frac{dy_2}{dN_2} \qquad (53)$$

On peut habituellement négliger B_2 (pertes dans le faisceau de débordement) car il est beaucoup plus petit que 1. En posant $dN_1 = dN_2 = 1$, il nous reste:

$$dy_1 = \frac{dy_2}{q} \qquad (54)$$

dy_1 = variation du trafic y_1 dans le faisceau primaire quand le nombre de lignes N_1 augmente de 1 et l'offre reste constante.

dy_2 = variation du trafic y_2 dans le faisceau de débordement lorsque le nombre de lignes N_2 augmente de 1 et les pertes B_2 restent constantes.

Remarque:

dy_2 dépend aussi de la grandeur du faisceau de débordement mais pour les calculs habituels, on peut négliger ce phénomène et déterminer dy_2 en fonction de K_1, K_2 et B_2.

Le *tableau V* nous donne un exemple des valeurs approximatives de dy_2 pour $B_2 \mathrel{\hat{=}} 1\%$.

Tableau V. Valeurs de dy_2 en fonction de K_1 et K_2

K_1 \ K_2	6	10	20	parfait
0	0,46	0,63	0,75	0,85
6	0,33	0,55	0,68	0,78
10	0,27	0,52	0,66	0,76
20	0,18	0,51	0,65	0,75
parfait		0,48	0,62	0,72

Dès que dy_2 est connu, on peut calculer dy_1 au moyen de la formule (54) et déterminer N_1 de telle façon que l'accroissement du trafic, quand le nombre de lignes augmente de 1, soit précisément dy_1. Le faisceau de débordement se dimensionne selon les principes expliqués dans les chapitres précédents.

Exemple 1 (fig. 24)

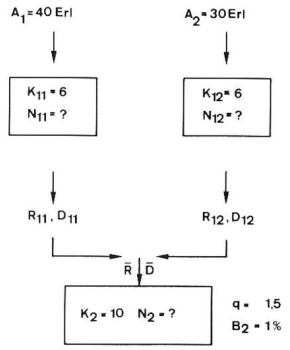


Fig. 24
Variation de trafic dy_2 en fonction des accessibilités K_1 et K_2

Avec $K_1 = 6$ et $K_2 = 10$, le tableau précédent nous livre:
$dy_2 = 0{,}55$ Erlang
De la formule (54) nous obtenons: $dy_1 = 0{,}367$ Erlang
Les calculs nous donnent:
$N_{11} = 49 \quad R_{11} = 5{,}87 \quad D_{11} = 4{,}69$
$N_{12} = 36 \quad R_{12} = 4{,}89 \quad D_{12} = 3{,}81$
$\overline{R} = R_{11} + R_{12} = 10{,}76$ Erlang
$\overline{D} = D_{11} + D_{12} = 8{,}50$
$N_2 (K_2, B_2, \overline{R}, \overline{D}) = (K_2, B_2, \overline{R}) + \triangle N$
$N_2 = 26$
$N_{total} = 49 + 36 + 26 = 111$ circuits

Exemple 2 (fig. 25)

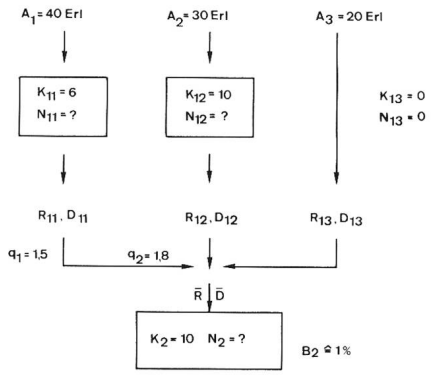


Fig. 25
Exemple de dimensionnement de deux faisceaux primaires et d'un faisceau de débordement

Du tableau V, nous tirons les valeurs suivantes:

$dy_{21} = 0{,}55 \qquad dy_{22} = 0{,}52 \qquad dy_{23} = 0{,}63$

$$dy_2 \approx \frac{1}{3}(0{,}55 + 0{,}52 + 0{,}63) = 0{,}566$$

$$dy_{11} = \frac{dy_2}{q_1} = 0{,}378 \qquad dy_{12} = \frac{dy_2}{q_2} = 0{,}315$$

Les calculs donnent:

$N_{11} = 47 \qquad R_{11} = 6{,}71 \qquad D_{11} = 5{,}29$

$N_{12} = 38 \qquad R_{12} = 2{,}69 \qquad D_{12} = 2{,}94$

$N_{13} = 0 \qquad R_{13} = 20 \qquad D_{13} = 0$

$\bar{R} = R_{13} + R_{12} + R_{11} = 29{,}40$ Erlang

$\bar{D} = D_{13} + D_{12} + D_{11} = 8{,}23$

$N_2\,(K_2, B_2, \bar{R}, \bar{D}) = N\,(K_2, B_2, \bar{R}) + \triangle N$

$N_2 = 54$

$N_{total} = 47 + 38 + 54 = 139$ circuits

6. Conclusions

1. Le rapport $\frac{D}{R}$ (dispersion/moyenne) d'un trafic de débordement augmente fortement lorsque l'accessibilité croît.
2. Le nombre de lignes supplémentaires que nécessite un trafic de débordement par rapport à un trafic de hasard, augmente lorsque l'accessibilité diminue.
3. Les faisceaux primaires avec grande probabilité de débordement, fournissent les facteurs de débordement ($R_{réel}/R_{planifié}$) les plus favorables.
4. En principe, les faisceaux de débordement ne doivent écouler que du trafic de débordement.
5. En dimensionnant de façon judicieuse les faisceaux de débordement, on réduit les augmentations de pertes en cas de surcharges.

Bibliographie

[1] *Wilkinson R.I.:* Theories for toll traffic engineering in the USA – B.S.T.J. 35, n°2, pp. 421...514 (Mars 56).

[2] *Wilkinson R.I.:* Nonrandom traffic curves and tables, traffic studies center Bell Telephone Laboratories 1970.

[3] *Rapp Y.:* Planning of Junction Network in a Multi-Exchange Area, Ericsson Technics, 20, n°1, 1964, pp. 77...130.

[4] *Lotze A.:* Tabellen für Streuwert und Verlust von einstufigen Koppelanordnungen mit unvollkommener und vollkommener Erreichbarkeit – 1964.

[5] *Lotze A.:* A traffic Variance Method for Grading of arbitrary Typ – 1964.

[6] *Herzog U.:* Näherungsverfahren zur Berechnung des Streuwerts von Überlaufverkehr hinter Mischungen. Techn. Hochschule Stuttgart – 1964.

[7] *Scherer R.:* Die Berücksichtigung des Streuwerts bei der Bemessung von Kennzahlwegen in der Landesfernwahl. Techn. Hochschule Stuttgart – 1964.

[8] *Lotze A.:* Tafeln für Streuwert D und Überlaufverkehr R von einstufigen Koppelanordnungen mit unvollkommener Erreichbarkeit.

[9] *Lotze A.:* Berechnung der Blockierung- und Verlustwahrscheinlichkeit zwei oder mehrstufiger Linkssysteme für Mischwahl oder Gruppenwahl nach dem Näherungsverfahren der Kombinierten Eingangs- und Abnehmerblockierung. Techn. Hochschule Stuttgart – 1963.

[10] *Lotze A. und Scherer R.:* Die streuwertgerechte Bemessung von Leitungsbündeln in Wahlnetzen mit Leitweglenkung; NTZ, 1966, Heft 12.

Die nächste Nummer bringt unter anderem
Vous pourrez lire dans le prochain numéro

K. Vögtli	Betoneisen, eine immer häufigere Korrosionsursache – Les fers d'armature des constructions en béton armé, une cause toujours plus fréquente de corrosion
P. Kartaschoff	Begriffe und Methoden zur Beschreibung der Frequenzstabilität