Groupe à Accessibilité Totale,

Système avec perte

(Solution de l'exercice)

De TETRAPRO, édité par Mr. H. Leijon, ITU

UNION INTERNATIONALE DES TELECOMMUNICATIONS
INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION
UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

A = trafic offert $=\lambda\cdot\tau$ erl. où λ = Taux d'appel = Nombre espéré d'appels par unité de temps; τ = Temps moyen de prise exprimé de la même unité de temps.	TXA 1
λ = 1000 appels /heure τ = 90 sec. $A = \frac{1000\cdot 90}{3600} = \underline{\underline{25\ \text{erl}}}.$	a
λ = 1200 appels /heure τ = 2 min. $\mathbf{A} = \frac{1200\cdot 2}{60} = \underline{\underline{40\ \text{erl}}}.$	b
λ = 4 appels/sec. τ = 1.6 min. $A = 4\cdot 1.6\cdot 60 = \underline{\underline{384\ \text{erl}}}.$	c
A = 35 erl. τ = 140 sec. $\lambda = \frac{35}{140}$ appels/sec. $= \frac{35\cdot 3600}{140} = \underline{\underline{900\ \text{appels / heure}}}$	TXA 2
A = 33 erl. λ = 1100 appels/heure $\tau = \frac{33\cdot 3600}{1100} = \underline{\underline{108\ \text{sec}}}.$	TXA 3

TXA 4 a

n = Nombre de circuits = 10.

p = Nombre de circuits occupés.

t_p = Temps total durant la période avec exactement p circuits occupés.

T = Période totale. $\sum_{p=0}^{n} t_p = T$

A^1 = Trafic écoulé par le groupe durant la période.

$$A^1 = \frac{1}{T} \cdot \sum_{p=0}^{n} p \cdot t_p = \sum_{p=0}^{n} p \cdot \frac{t_p}{T}$$

No. de circuits occupés P	Proportion du temps total avec exactement P équipements occupé t_p/T	$p \cdot \frac{t_p}{T}$
0	—	—
1	—	—
2	—	—
3	—	—
4	—	—
5	0.10	0.50
6	0.20	1.20
7	0.25	1.75
8	0.15	1.20
9	0.20	1.80
10	0.10	1.00
Somme	$\sum \frac{t_p}{T} = 1.00$	$\sum p \cdot \frac{t_p}{T} = 7.45$

A^1 = 7.45 erl.

E = temps, Temps de congestion durant la période = Proportion du quand tous les circuits sont occupés

$$= \frac{t_n}{T} = \frac{t_{10}}{T} = 0.10$$

cont.

cont:
TXA 4
b

No. d'observation	Nombre de circuits occupés
1	8
2	8
3	**10**
4	**10**
5	9
6	7
7	7
8	6
9	5
10	5
Somme	**75**

$A^1 =$ Trafic écoulé $\approx \frac{75}{10} = \underline{\underline{7.5\ \text{erl.}}}$

$E =$ Temps de congestion $\approx \frac{2}{10} = \underline{\underline{0.20}}$

Distribution d'Erlang

TXA 5

λ = Taux d'appels

τ = Temps moyen de prise

A = Trafic offert = $\lambda \cdot \tau$

E = Temps de congestion = Congestion d'appel = B =

$$= \quad E_n(A) = \frac{A^n}{n!} \Big/ \sum_{\nu=0}^{n} \frac{A^\nu}{\nu!}$$

Où n = Nombre de circuits.
n = 10

Utilisant la table d'Erlang, on trouve:

A erl.	E_{10} (A)
1	0.0000
3	0.0008
5	0.0184
10	0.2146
15	0.4103
25	0.6224
50	0.8047
100	0.9011
200	0.9503
300	0.9668

<table>
<tr><td>

<u>Distribution d'Erlang</u>

Voir exemple TXA 5

<u>A = 10 erl.</u>

Utilisant la table d'Erlang on trouve:

n	E_n (10)
1	0.9091
2	0.8197
3	0.7321
5	0.5640
7	0.4090
10	0.2146
15	0.0365
20	0.0019
25	0.0000
30	0.0000

</td><td>TXA 6</td></tr>
<tr><td>

<u>Distribution d'Erlang</u>

E_{20} (A) = 0.005

Utilisant la partie de la table d'Erlang où E est un paramètre d'entrée, on trouve:

A = <u>11.092 erl.</u>

</td><td>TXA 7</td></tr>
</table>

Distribution d'Erlang On veut chercher la plus petite valeur de n, nombre de circuits, pour lesquels $E_n\ (48) \leq 0.002$ Utilisant la partie de la table d'erlang où E est un paramètre d'entrée , on trouve $E_{66}\ (47.51) = 0.002$ $E_{67}\ (48.38) = 0.002$ On conclue que: n = 67 circuits L'autre partie de la table peut bien évidemment être utilisée parfaitement, mais dans ce cas l'interpolation devrait être faite.	TXA 8
Distribution d'Erlang n = Nombre de circuits = 18 λ = Taux d'appels = 480 appels/heure τ = Temps moyen de prise = 105 sec. A = Trafic offert = $\lambda \cdot \tau$ = $= \frac{480 \cdot 105}{3600} = 14\ \text{erl.}$ E = Temps de congestion B = Congestion d'appel $E = B = E_{18}\ (14) = 0.0628$ (à partir de la table d'Erlang)	TXA 9 cont.

cont: TXA 9

$A^1 =$ Trafic écoulé $= A \cdot [1 - E_n(A)] =$

$= 14 \cdot [1 - E_{18}(14)] = 14 \cdot [1 - 0.0628] = \underline{\underline{13.12 \ \text{erl}}}$

a = Trafic moyen écoulé par circuit =

$$= \frac{A \cdot (1 - E_n(A))}{n} = \frac{A^1}{n} = \frac{13.12}{18} = \underline{\underline{0.729 \ \text{erl.}}}$$

Trafic rejeté $= A \cdot E_n(A)$

$= 14 \cdot E_{18}(14) = 14 \cdot 0.0628 = \underline{\underline{0.88 \ \text{erl.}}}$

Le nombre espéré d'appels rejetés par heure =

$= \lambda \cdot E_n(A) = 480 \cdot E_{18}(14) = 480 \cdot 0.0628 = \underline{\underline{30.1 \text{ appels / heure}}}$

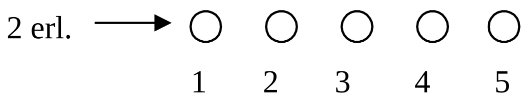
TXA 10

Distribution d'Erlang

n = 5 circuits

A = 2 erl.

a_v = Trafic écoulé par le v-ème circuit (v = 1, 2, 3, 4, 5)



Recherche aléatoire :

$$\alpha_v = \frac{A \cdot (1 - E_n(A))}{n} = \frac{2 \cdot (1 - E_5(2))}{5} =$$

$$= \frac{2 \cdot (1 - 0.0367)}{5} = \underline{\underline{0.385 \ \text{erl.} \quad (v = 1,2,3,4,5)}}$$

cont.

Recherche séquentielle	cont: TXA 10

Recherche séquentielle

$$a_\nu = A \cdot \left[E_{\nu-1}(A) - E_\nu(A)\right]$$

($\nu = 1,2,3,4,5;$ $E_0(A) = 1$ if $A > 0$)

Utilisant la table d'Erlang, on trouve

$(E_0(2) = 1)$
$E_1(2) = 0.6667$
$E_2(2) = 0.4000$
$E_3(2) = 0.2105$
$E_4(2) = 0.0952$
$E_5(2) = 0.0367$

$a_1 = 2 \cdot \left[E_0(2) - E_1(2)\right] = 2 \cdot [1 - 0.6667] = \underline{\underline{0.667 \text{ erl.}}}$

$a_2 = \cdot 2 \cdot \left[E_1(2) - E_2(2)\right] = 2 \cdot [0.6667 - 0.4000] = \underline{\underline{0.533 \text{ erl.}}}$

etc.

Résultat :

$a_1 = \underline{\underline{0.667 \text{ erl.}}}$ $a_2 = \underline{\underline{0.533 \text{ erl.}}}$ $a_3 = \underline{\underline{0.379 \text{ erl.}}}$
$a_4 = \underline{\underline{0.231 \text{ erl.}}}$ $a_5 = \underline{\underline{0.117 \text{ erl.}}}$

Noter que $\frac{1}{5} \cdot \sum_{\nu=1}^{5} a_\nu = \frac{1}{5} \cdot 1.927 = \underline{0.385 \text{ erl.}}$

On conclu que la valeur moyenne du trafic écoulé par circuit est le même pour la recherche séquentielle et celle aléatoire.

Distribution d’Erlang

TXA 11

A erl. ⟶ ○ ○ ○ · · · · · ○ ○

1 2 3 n-1 n

(recherche séquentielle)

a_ν = Trafic écoulé par le v-ème circuit

$a_\nu = \cdot A \cdot \left[E_{\nu-1}(A) - E_\nu(A)\right]$

($\nu = 1,2, \ldots .n$; E_0 (A) = 1 if A > 0)

Soit a = Le trafic moyen écoulé par les différents circuits =

$$= \frac{1}{n} \cdot \sum_{\nu=1}^{n} a_\nu$$

$$a = \frac{1}{n} \cdot \sum_{\nu=1}^{n} A \cdot \left[E_{\nu-1}(A) - E_\nu(A)\right] =$$

$$= \frac{1}{n} \cdot A \cdot \left[1 + \sum_{\nu=1}^{n-1} E_\nu(A) - \sum_{\nu=1}^{n-1} E_\nu(A) - E_n(A)\right] =$$

$$= \frac{A \cdot \left[1 - E_n(A)\right]}{n} =$$

= Le trafic écoulé par circuit dans un groupe avec recherche aléatoire, n circuits et trafic offert = A erl.

Distribution d'Erlang

TXA 12

E_{10} (A) = 0.005 donne A = 3.961 erl.
E_{100} (A) = 0.005 donne A = 80.91 erl.

(selon la table d'Erlang)

	n = 10	n = 100
A	3.961 erl.	80.91 erl.
E_n (A)	0.005	0.005
$A_1 = 1.1 \cdot A$	4.36 erl.	89.00 erl.
E_n (A_1)	0.009	0.024
$A_2 = 1.2 \cdot A$	4.75 erl.	97.09 erl
E_n (A_2)	0.014	0.059

Si "a" dénote le trafic écoulé par circuit, on trouve:

	n = 10	n = 100
A	a = 0.394	a = 0.805
$A_1 = 1.1 \cdot A$	a = 0.432	a = 0.869
$A_2 = 1.2 \cdot A$	a = 0.469	a = 0.914

Soit T la longueur de l’intervalle. La fonction de distribution F(x) est par définition: TXA 13

$$F(x) = P\{T \le x\}$$

Calculer la fonction de distribution complémentaire:

$$1 - F(x) = P\{T > x\}$$

$0 < j < n$: a

L’intervalle peut finir par un appel ou une terminaison. Alors $T > x$ si

1) No appels dans (0, x) et
2) No terminaisons dans (0, x).

La probabilité de 1) est $e^{-\lambda \cdot x}$

La probabilité de 2) est $e^{-j \cdot \frac{x}{\tau}}$

Par conséquent,

$$1 - F(x) = e^{-\lambda \cdot x} \cdot e^{-j \cdot \frac{x}{\tau}} = e^{-\frac{A+j}{\tau} \cdot x}$$

$$F(x) = 1 - e^{-\frac{A+j}{\tau} \cdot x}$$

c. à .d. une distribution exponentielle avec le paramètre $\frac{A + j}{\tau}$

La moyenne d’une variable aléatoire d’une distribution exponentielle est égale à l’inverse du paramètre c’est à dire b

$$\frac{\tau}{A + j}$$

cont.

L'état fini par une transition à (j+1) si le premier événement est un appel.	cont: TXA 13
La probabilité conditionnelle pour que le premier événement est un appel qui se présente dans (x, x+dx) est	c
$P\{\text{le premier événement est un appel} / \text{un appel arrive dans } (x, x+dx)\} =$	
$P\{\text{pas de term. dans}(o,x), \text{pas d'appels dans}(o,x),$ $\text{un appel dans}(x,x+dx)\} =$	
$e^{-j\cdot\frac{x}{\tau}} \cdot e^{-\lambda\cdot x} \cdot \lambda \cdot dx$	
Laissons à part la condition, par le théorème de la probabilité totale, la probabilité demandée p est	
$p = \int_0^\infty e^{-j\cdot\frac{x}{\tau}} \cdot e^{-\lambda\cdot x} \cdot \lambda \cdot dx = \frac{\lambda}{\frac{A+j}{\tau}} = \underline{\underline{\frac{A}{A+j}}}$	
La probabilité pour que l'état fini par une transition à (j-1) est 1-p c'est à dire	
$1 - \frac{A}{A+j} = \underline{\underline{\frac{j}{A+j}}}$	
$\underline{\underline{j = 0}}$:	
$1 - F(x) = P\{\text{pas dappels dans } (o,x)\} = e^{-\lambda\cdot x}$	a
$F(x) = \underline{\underline{1 - e^{-\lambda\cdot x}}}$	
La valeur moyenne est l'inverse du paramètre = $\underline{\underline{\frac{1}{\lambda}}}$	b
	cont.

$P\{\text{état } (j=0) \rightarrow \text{état } (j=1)\} = \underline{\underline{1}}$ $P\{\text{état } (j=0) \rightarrow \text{état } (j=-1)\} = \underline{\underline{0}}$ $\underline{\underline{j=n:}}$	cont: TXA 13 c
$1-F(x) = P\{\text{pas de terminaison dans } (o,x)\} = e^{-n\cdot\frac{x}{\tau}}$ $F(x) = \underline{\underline{1-e^{-\frac{n\cdot x}{\tau}}}}$	a
Valeur moyenne = $\frac{\tau}{\underline{\underline{n}}}$	b
$P\{\text{état } (j=n) \rightarrow \text{état } (j=n+1)\} = \underline{\underline{0}}$ $P\{\text{état } (j=n) \rightarrow \text{état } (j=n-1)\} = \underline{\underline{1}}$	c
Dénotons la longueur de l'appel par X. Exactement 2 pulses si $3 \le x < 6$: $P\{3 \le x \le 6\} = F(6) - F(3) =$ $= \left(1-e^{-\frac{6}{3}}\right) - \left(1-e^{-\frac{3}{3}}\right) =$ $= e^{-1} - e^{-2} = 0.3679 - 0.1353 = \underline{\underline{0.2326}}$	TXA 14 a
< 2 pulses si x < 3: $P\{x<3\} = 1-e^{-\frac{3}{3}} = 1-e^{-1} = \underline{\underline{0.6321}}$	b
> 2 pulses si x ≥ 6: $P\{x \ge 6\} = e^{-\frac{6}{3}} = e^{-2} = \underline{\underline{0.1353}}$	c cont.

cont: TXA 14 d

<u>≥ 2 pulses si x ≥ 3:</u>

$$P\{x \geq 3\} = e^{-\frac{3}{3}} = e^{-1} = \underline{\underline{0.3679}}$$

e

<u>≤ 2 pulses si x < 6:</u>

$$P\{x < 6\} = 1 - e^{-\frac{6}{3}} = 1 - e^{-2} = \underline{\underline{0.8647}}$$

TXA 15

Dénotons le nombre de pulses par K.

K	Probabilité
1	$1 - e^{-\frac{m}{\tau}}$
2	$e^{-\frac{m}{\tau}} - e^{-\frac{2m}{\tau}}$
3	$e^{-\frac{2m}{\tau}} - e^{-\frac{3m}{\tau}}$
⋮	⋮
j	$e^{-\frac{(j-1)\cdot m}{\tau}} - e^{-\frac{j\cdot m}{\tau}}$
⋮	⋮

$$E\{K\} = \sum_{j=1}^{\infty} j \cdot \left(e^{-\frac{(j-1)\cdot m}{\tau}} - e^{-\frac{j\cdot m}{\tau}} \right) =$$

$$= \left(1 - e^{-\frac{m}{\tau}}\right) + 2 \cdot \left(e^{-\frac{m}{\tau}} - e^{-\frac{2m}{\tau}}\right) + 3 \cdot \left(e^{-\frac{2m}{\tau}} - e^{-\frac{3m}{\tau}}\right) + \ldots$$

$$= 1 \underbrace{- e^{-\frac{m}{\tau}} + 2 \cdot e^{-\frac{m}{\tau}}} \underbrace{- 2 \cdot e^{-\frac{2m}{\tau}} + 3 \cdot e^{-\frac{2m}{\tau}}} \underbrace{- 3 \cdot e^{-\frac{3m}{\tau}} + \ldots}$$

$$= 1 + e^{-\frac{m}{\tau}} + e^{-\frac{2m}{\tau}} + e^{-\frac{3m}{\tau}} + \ldots$$

= une série géométrique avec un quotient $e^{-\frac{m}{\tau}}$,

alors la somme est $\dfrac{1}{1 - e^{-\frac{m}{\tau}}} = \dfrac{e^{m/\tau}}{e^{m/\tau} - 1}$

Dénotons la longueur de conversation par X. $P\{x > 6\,\text{min.}\} = P\{x > 6 \ \underline{\text{et}}\ A \to B\} +$ $= P\{x > 6 \ \underline{\text{et}}\ B \to A\} +$ $= P_{A\to B} \cdot P\{x > 6/A \to B\} + P_{B\to A} \cdot P\{x > 6/B \to A\} =$ $= 0.55 \cdot e^{-\frac{6}{4}} + 0.45 \cdot e^{-\frac{6}{3}} = 0.55 \cdot e^{-1.5} + 0.45 \cdot e^{-2} =$ $= 0.55 \cdot 0.2231 + 0.45 \cdot 0.1353 = \underline{\underline{0.184}}$	TXA 16
Prenons une des conversations. La probabilité pour qu'il reste en progrès après une minute est $e^{-\frac{1}{3}}$ La probabilité pour qu'il finisse avant une minute est $1 - e^{-\frac{1}{3}}$ Les cinq conversations sont indépendantes les uns des autres. Alors le problème est similaire à la situation où on met 5 essais indépendants dans lesquels la probabilité de succès est constante. Dans cet exemple succès = conversation en progrès, alors par la distribution binomiale, la probabilité demandée est $\left(\frac{5}{2}\right) \cdot \left(e^{-\frac{1}{3}}\right)^2 \cdot \left(1 - e^{-\frac{1}{3}}\right)^{5-2} =$ $= 10 \cdot 0.7165^2 \cdot 0.2835^3 = \underline{\underline{0.117}}$	TXA 17

$a_9 = \underline{\underline{A\left(E_8(A) - E_9(A)\right)}}$	TXA 18 a
$P_9 = \dfrac{A^9}{9!} \Big/ \sum_{j=0}^{10} \dfrac{A^j}{j!} = \underline{\underline{\dfrac{10}{A} \cdot E_{10}(A)}}$	b
$\underline{\underline{E_9(A)}}$	c
$P\{\text{9 premiers circuits occupés}\} =$ $= P\{\text{9 premiers occupés } \underline{\text{et}} \text{ le 10ème libre}\} +$ $+ P\{\text{9 premiers occupés } \underline{\text{et}} \text{ 10ème occupé}\}$ Le côté gauche $= E_9(A)$. Le dernier terme sur RHS $= P\{\text{toutes les 10 occupées}\} = E_{10}(A)$. Par conséquent: $E_9(A) = P\{\text{9 premiers occ. et le 10ème libre}\} + E_{10}(A)$ et $P\{\text{9 premiers occup. et le 10ème libre}\} = E_9(A) - E_{10}(A)$	d

TXA 19

Comme le nombre de circuits est le même que le nombre de sources, il n'y a pas d'interférence entres les appels à partir des différentes sources. Le trafic offert devrait être écoulé. Alors le problème est similaire à une série de 6 expériences où la probabilité de succès dans chaque expérience est égale à la probabilité de trouver une source être occupée = 0.5 (comme chaque source offre 0.5 erl.)

$$\underline{\underline{\text{Trafic offert}}} = 6 \cdot 0.5 = \underline{\underline{3 \text{ erl.}}}$$

$$\underline{\underline{\text{Temps de congestion}}} = P\{\text{tous les 6 circuits sont occupés}\} =$$

$$= P\{\text{toutes les 6 sources sont occupées}\} = 0.5^6 = \underline{\underline{0.016}}$$

$$\underline{\underline{\text{Congestion d'appel} = 0}} \quad \text{comme il n'y a pas d'appels qui arrive}$$

quand tous les circuits sont occupés.

TXA 20

N = Nombre de sources. n= Nombre de circuits.

N >> n ⇒ Distribution d'Erlang:

A = 3 erl.

$$\underline{\underline{\text{Temps de congestion} = \text{Congestion d'appel} =}}$$

$$= E_n(A) = E_6(3) = \underline{\underline{0.052}}$$

TXA 21

No. de sources N	No. de circuits n	Distribution	Trafic offert par source erl.	Trafic offert erl.	Congestion d'appel B	Congestion de temps E
6	6	BERNOULLI	0.5	3	0	0.016
∞	6	ERLANG	0	3	0.052	0.052

TXA 22

a

Etats possibles

No.de circuits					
1	○	● ○ ○ ○	● ● ● ○ ○ ○	● ● ● ○	●
2	○	○ ● ○ ○	● ○ ○ ● ● ○	● ● ○ ●	●
3	○	○ ○ ● ○	○ ● ○ ● ○ ●	● ○ ● ●	●
4	○	○ ○ ○ ●	○ ○ ● ○ ● ●	○ ● ● ●	●
	0 circ. occupé	1 circ. occupé	2 circ. occupés	3 circ. occupés	4 circ. occupés

b

Nombre d’états avec exactement 0 circuit occupés = 1
-“- -“- -“- -“- -“- 1 -“- -“- = 4
-“- -“- -“- -“- -“- 2 -“- -“- = 6
-“- -“- -“- -“- -“- 3 -“- -“- = 4
-“- -“- -“- -“- -“- 4 -“- -“- = 1

c

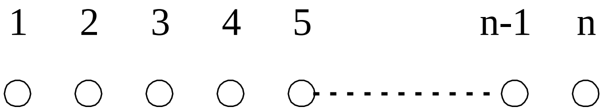
Nombre total des différents états =

= 1 + 4 + 6 + 4 + 1 = 16

d

Nombres d’états, quand le circuit no. 1 et no. 3 sont occupés = 4

TXA 23

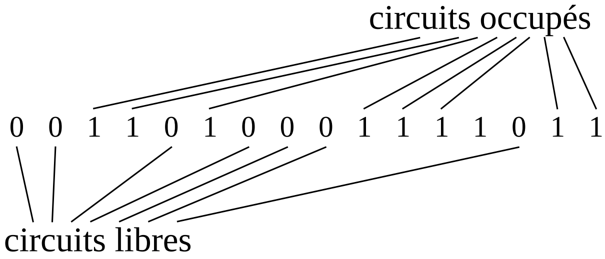


Les différents états sont (0), (1), (2) ..., (n), a
où (p) dénote p circuits occupés (p = 0,1,...n).

Le nombre de différents états est alors $= n + 1$.

On peut considérer une séquence de symboles, chacun d'eux est soit 0 ou 1, où 0 dénote un circuit libre et 1 un circuit occupé. b

Exemple:



On a deux possibilités pour chaque circuit, 0 ou 1.

Cependant il y a $\underbrace{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdots 2}_{\text{n facteurs}} = 2^n$ différentes séquences

et donc 2^n différents états.

Le nombre de différents états avec exactement p circuits engagés est le même que le nombre de combinaisons de **p** de **n** éléments. c

Ainsi, le nombre de différents états avec exactement p circuits engagés est

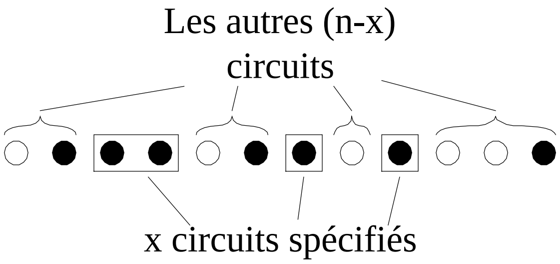
$$\binom{n}{p} \qquad (p = 0,\ 1,\ \ldots,\ n)$$

Note:

$$\sum_{p=0}^{n} \binom{n}{p} = (1+1)^n = 2^n (\text{en comparaison avec b})$$

cont.

cont: TXA 23 d



Dans tous les p circuits engagés, quand p ≥ x. Parmi les (n-x) circuits, il y a donc (p-x) circuits engagés. Analogiquement à c) on peu dons statuer:

$$\underline{\underline{\text{Le nombre de différents états avec X circuits spécifiques engagés}}}$$

$$\underline{\underline{\text{et, simultanément, p circuits engagés est}}}$$

$$\underline{\underline{\binom{n-x}{p-x}}}$$

$$\underline{\underline{\left(p = x, x+1, \ldots, n; \quad x = 0, 1, \ldots, n\right)}}$$

e

$$[p] = P\{\text{exactement tout p circuits sont engagés}\}.$$

$$(p = 0, 1, \ldots, n).$$

Un état spécifique avec exactement p circuits engagés a la probabilité

$$\frac{[p]}{\binom{n}{p}}$$

Si on a la recherche séquentielle, comme il y a dans tous les $\binom{n}{p}$ états différents avec exactement p circuits engagés selon c) et comme tous ces différents états devraient avoir une et la même probabilité.

cont.

Dans le but de chercher $$h(x,p)=P\{x \text{ circuits spécifiés engagés, et, simultanément, exactement } p \text{ circuits engagés}\}$$ on devrait donc ajouter un certain nombre de probabilités égales, nomées $\dfrac{[p]}{\binom{n}{p}}$; ce nombre est selon d), $\binom{n-x}{p-x}$. Cependant, $$h(x,p)=\binom{n-x}{p-x}\cdot\frac{[p]}{\binom{n}{p}} \qquad (p=x,x+1,\ldots,n)$$ Maintenant, on a que $$H(x)=P\{x \text{ circuits spécifiques engagés}\}$$ devraient être égaux à $$H(x)=\sum_{p=x}^{n} h(x,p)$$ alors le résultat est: $$H(x)=\sum_{p=x}^{n}\binom{n-x}{p-x}\cdot\frac{[p]}{\binom{n}{p}}$$	cont: TXA 23 e

La probabilité que 3 circuits spécifiés sont engagés = la probabilité que 3 sources spécifiées sont engagées = la probabilité de succès dans trois essais de 6 expériences indépendantes où la probabilité de succès = 0,5 dans chaque essai, c'est à dire $\underline{\underline{0.5^3}} = 0.125$	TXA 24
<u>Distribution d'Erlang:</u> $H(x) = \frac{E_n(A)}{E_{n-x}(A)}$ n = 6 ; A = 3 erl; x = 3 $H(3) = \frac{E_6(3)}{E_3(3)} = \frac{0.052157}{0.346154} = \underline{\underline{0.151}}$	TXA 25