

Truncking i nivo usluge (GOS - Grade of service)

Ćelijski radio sistemi se oslanjaju na truncking kako bi omogućili velikom broju korisnika da koristi ograničeni radio spektar.

Koncept truncking - a omogućava velikom broju korisnika da deli relativno mali broj kanala u ćeliji pružajući, po potrebi, pristup svakom korisniku iz grupe dostupnih kanala.

U truncking radio sistemu, svakom korisniku se dodeljuje kanal na osnovu poziva, a po završetku poziva, prethodno zauzet kanal se odmah vraća u grupu dostupnih kanala.

Truncking se bazira na statističkom ponašanju korisnika tako da fiksni broj kanala ili kola može da zadovolji potrebe veliku, slučajno raspoređene zajednice korisnika.

Telefonske kompanije su koristile truncking teoriju kako bi odredile broj komutacionih kola koja treba da budu dodeljena kancelarijskim zgradama sa stotinama telefona, i isti princip se koristi u dizajniranju ćelijskih radio sistema.

Postoji kompromis između broja dostupnih komutacionih kola i verovatnoće da će određeni korisnik naići na situaciju gde nema slobodnih kola tokom perioda najvećeg opterećenja mreže. Sa smanjenjem broja telefonskih linija, postaje verovatnije da će sva kola biti zauzeta te neće biti moguća uspostava veze za određenog korisnika.

U mobilnom radio sistemu, kada određeni korisnik zatraži uslugu i svi radio kanali su već u upotrebi, korisnik je blokiran ili mu je uskraćen pristup sistemu.

Truncking i nivo usluge (GOS - Grade of service)

Osnovi Truncking teorije razvijeni su od strane Erlanga, danskog matematičara krajem 19. veka. Danas, mera za intenzitet saobraćaja nosi njegovo ime.

Jedan Erlang predstavlja količinu intenziteta saobraćaja koju nosi kanal koji je potpuno zauzet (tj. jedan poziv-sat na sat ili jedan poziv-minut na minut).

Na primer, radio kanal koji je zauzet trideset minuta tokom jednog sata nosi 0,5 Erlanga saobraćaja.

Nivo usluge (GOS) je mera mogućnosti korisnika da pristupi sistemu tokom najprometnijeg perioda mreže. Najprometniji period (period najvećeg opterećenja) se bazira na zahtevima korisnika tokom dana u nedelji, mesecu ili godini. Najprometniji period za ćelijske radio sisteme obično se javljaju tokom "špica saobraćaja", između 16 i 18 časova četvrtkom ili petkom uveče.

GOS se obično izražava kao verovatnoća da će poziv biti blokiran ili verovatnoća da će poziv doživeti kašnjenje veće od određenog vremena čekanja.

$$GOS = \text{broj blokiranih poziva} / \text{ukupan broj poziva}$$

Truncking i nivo usluge (GOS - Grade of service)

Termini koji se koriste u Truncking teoriji

Vreme uspostavljanja (Set up time): Vreme potrebno da se dodeli truncking radio kanal korisniku koji ga zahteva.

Blokirani poziv (Blocked call): Poziv koji se ne može završiti u trenutku zahteva zbog gužve. Takođe se naziva i izgubljeni poziv.

Vreme zadržavanja (Holding time): Prosečno trajanje tipičnog poziva. Označava se sa H (u sekundama).

Intenzitet saobraćaja (Traffic Intensity): Mera iskorišćenosti kanala, predstavlja prosečno zauzeće kanala mereno u Erlang - ima. Označava se sa A .

Opterećenje (Load): Intenzitet saobraćaja u celom radio sistemu, mereno u Erlang-ima.

Stepen usluge (GOS): Mera zagušenja sistema koja se specificira kao verovatnoća da će poziv biti blokiran (za Erlang B), ili verovatnoća da će poziv biti odložen duže od određenog vremena (za Erlang C).

Učestanost zahteva (Request rate): Prosečan broj zahteva za pozivima po jedinici vremena. Označava se sa λ I jedinica je sekunda⁽⁻¹⁾.

Truncking i nivo usluge (GOS - Grade of service)

Intenzitet saobraćaja koji svaki korisnik generiše jednak je učestanosti zahteva za pozivima pomnoženoj sa prosečnim vremenom trajanja poziva (vremenom zadržavanja). Drugim rečima, svaki korisnik generiše intenzitet saobraćaja od A_u Erlanga:

$$A_u = \lambda * H$$

gde je H prosečno trajanje poziva, a λ prosečan broj zahteva za pozivom po jedinici vremena za svakog korisnika. Za sistem koji sadrži U korisnika i nedefinisani broj kanala, ukupan ponuđeni intenzitet saobraćaja A se izračunava na sledeći način:

$$A = U * A_u$$

Dodatno, u trunk - ovanom sistemu sa C kanala, ukoliko se saobraćaj podjednako raspoređuje između kanala, tada je intenzitet saobraćaja po kanalu, A_c , dat na sledeći način:

$$A_c = A / C$$

Maksimalno mogući ostvareni saobraćaj je jednak ukupnom broj kanala, C , izražen u Erlang - ima.

Truncking i nivo usluge (GOS - Grade of service)

AMPS ćelijski sistem je bio dizajniran za GOS od 2% blokiranja. Ovo podrazumeva da se dodeljivanje kanala za ćelijske lokacije dizajnira tako da će 2 od 100 poziva biti blokirana zbog zauzetosti kanala tokom najprometnijeg sata.

2G / 3G / 4G / 5G sistemi uglavnom se dizajniraju za GOS od 1% - 2%.

Postoje dva tipa truncking sistema koji se često koriste.

Truncking i nivo usluge (GOS - Grade of service)

Postoje dva tipa truncking sistema koji se često koriste.

Prvi tip je truncking model bez čekanja za blokirane pozive (***blocked calls cleared***). Drugim rečima, za svakog korisnika koji zahteva uslugu, pretpostavlja se da je vreme za uspostavljanje veze jednako nuli i korisnik odmah dobija pristup kanalu ako je dostupan. Ako nema dostupnih kanala, korisnik koji je podneo zahtev je blokiran bez pristupa i slobodan je da pokuša ponovo.

Za njega važi Erlang B formula. Erlang B formula određuje verovatnoću da će poziv biti blokiran i praktično određuje Nivo Usluge (GOS) za truncking sistem koji ne pruža čekanja za blokirane pozive.

$$Pr[blocking] = \frac{\frac{A^C}{C!}}{\sum_{k=0}^C \frac{A^k}{k!}} = GOS$$

Gde je C broj kanala u truncking sistemu a A je ukupni ponuđeni saobraćaj (normalizovano ulazno opterećenje (ponuđeni saobraćaj u erlang - ima) - $\lambda * H$).

Formula Erlang B pruža konzervativnu procenu Nivoa usluge (GOS), budući da konačni rezultati korisnika uvek predviđaju manju verovatnoću blokiranja.

Truncking i nivo usluge (GOS - Grade of service)

Kapacitet truncking sistem koji ne pruža čekanje za blokirane pozive, za različite vrednosti GOS i broja kanala, je dat u tabeli:

Table 3.4 Capacity of an Erlang B System

Number of Channels C	Capacity (Erlangs) for GOS			
	= 0.01	= 0.005	= 0.002	= 0.001
2	0.153	0.105	0.065	0.046
4	0.869	0.701	0.535	0.439
5	1.36	1.13	0.900	0.762
10	4.46	3.96	3.43	3.09
20	12.0	11.1	10.1	9.41
24	15.3	14.2	13.0	12.2
40	29.0	27.3	25.7	24.5
70	56.1	53.7	51.0	49.2
100	84.1	80.9	77.4	75.2

Truncking i nivo usluge (GOS - Grade of service)

Drugi tip je truncking sistem sa zakašnjenjem blokiranih poziva (**Blocked Calls Delayed**). Ako kanal nije odmah dostupan, zahtev za poziv može biti stavljen u red na čekanje dok kanal ne postane dostupan. Nivo Usluge (GOS) definiše se kao verovatnoća da će poziv biti blokiran nakon određenog vremena čekanja u redu. Da bi se odredio GOS, prvo je potrebno pronaći verovatnoću da će pozivu biti inicijalno uskraćen pristup sistemu pa pomnožiti sa verovatnoćom da poziv bude na čekanju određeno vreme. Verovatnoća da poziv nema odmah pristup kanalu određena je Erlang C formulom.

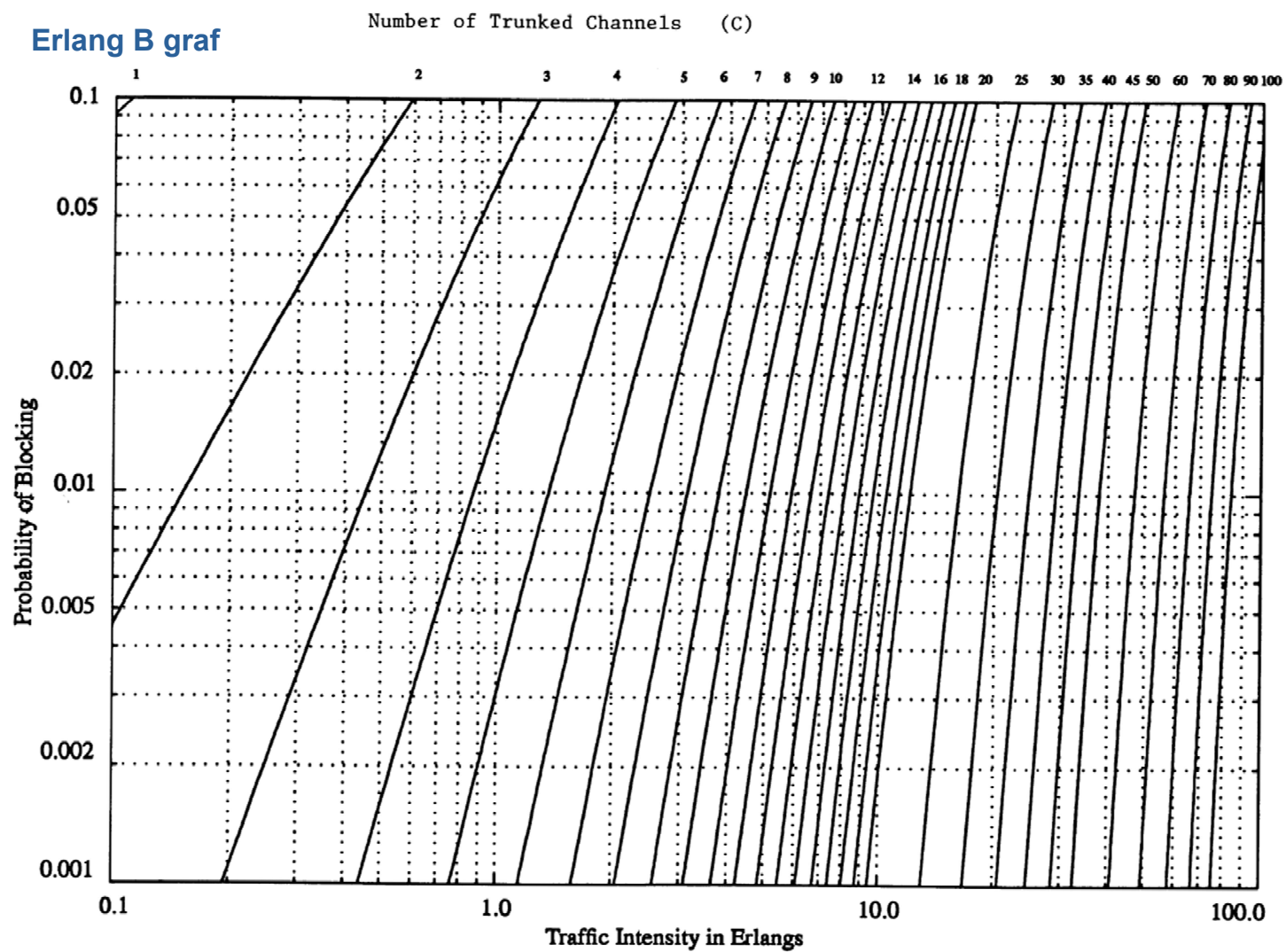
$$Pr[delay > 0] = \frac{A^C}{A^C + C! \left(1 - \frac{A}{C}\right) \sum_{k=0}^{C-1} \frac{A^k}{k!}}$$

A ukupni Nivo Usluge (GOS) sistema sa zakašnjenjem blokiranih poziva se računa formulom:

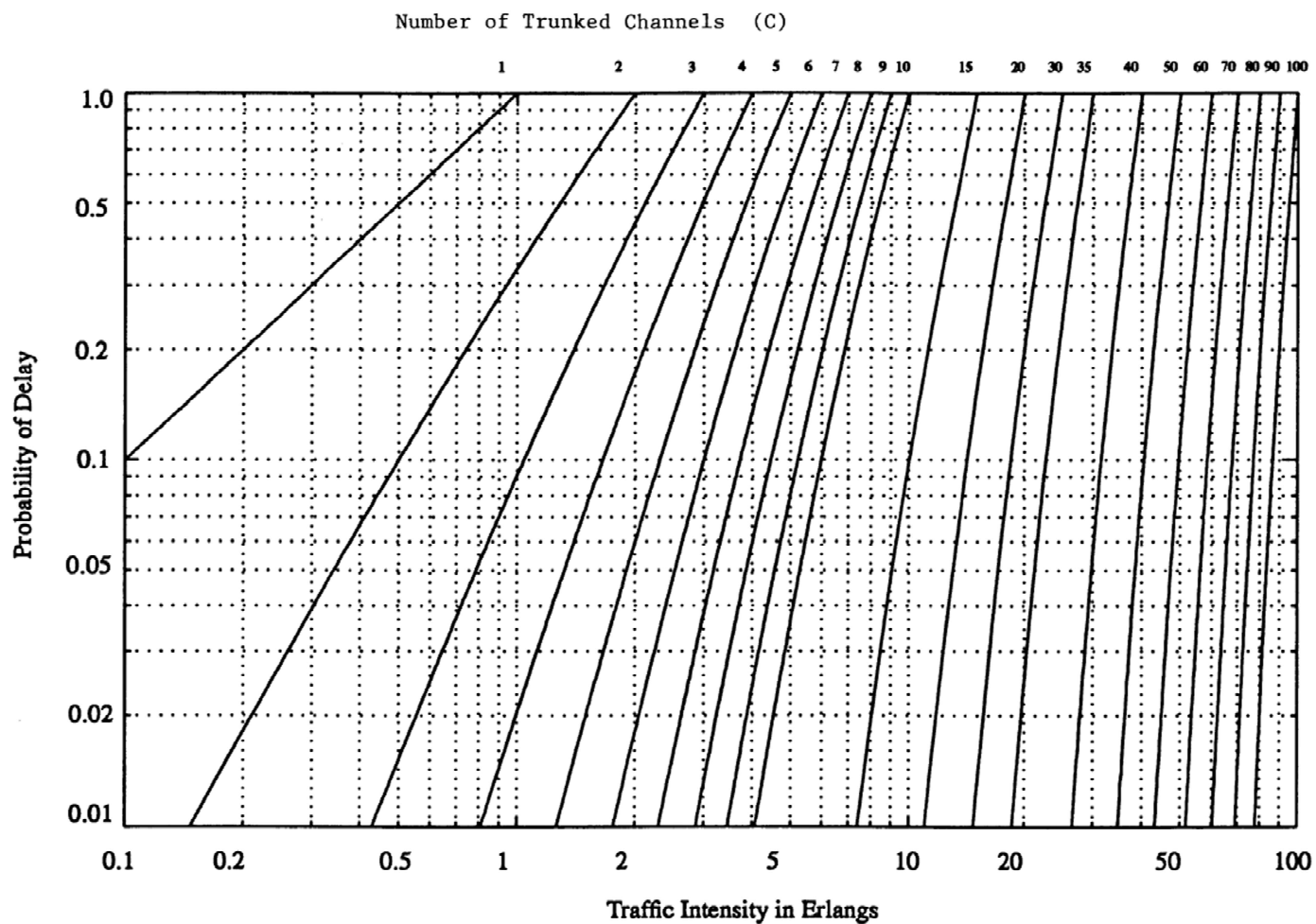
$$D = Pr[delay > 0] \frac{H}{C - A}$$

Formule Erlang B i Erlang C prikazane su u grafičkom obliku. Ovi grafici su korisni za brzo određivanje Nivoa usluge (GOS), iako se pri praktičnom projektovanju koriste odgovarajuće računarske simulacije.

Erlang B graf



Erlang C graf



Primer 3

Da bi se utvrdio saobraćaj po kanalu, prikupljeni su sledeći podaci tokom perioda od 90 minuta (videti tabelu). Izračunati intenzitet saobraćaja u Erlang jedinicama.

Traffic data used to estimate traffic intensity.

Call no.	Duration of call (s)
1	60
2	74
3	80
4	90
5	92
6	70
7	96
8	48
9	64
10	126

Primer 3

Resenje

Prosecan br poziva u jedinici vremena:

$$\lambda = \frac{10}{1.5} = 6.667 \text{ calls / hour}$$

Prosecno trajanje poziva:

$$H = \frac{(60 + 74 + 80 + 90 + 92 + 70 + 96 + 48 + 64 + 126)}{10} = 80 \text{ Sec/call}$$

Intenzitet saobraćaja:

$$A_u = \lambda H = 6.667 \times \frac{80}{3600} = 0.148 \text{ Erlangs :}$$

Traffic data used to estimate traffic intensity.

Call no.	Duration of call (s)
1	60
2	74
3	80
4	90
5	92
6	70
7	96
8	48
9	64
10	126

Primer 4

U prikazanoj tabeli je zabeležena aktivnost jedne korisničke linije tokom osmočasovnog perioda od 9:00 do 17:00 časova. Pronaci intenzitet saobraćaja:

a) tokom osmočasovnog perioda kao i

b) tokom vremena najintenzivnijeg saobraćaja koje je između 16:00 i 17:00 časova.

Call no.	Call started	Call ended	Call duration (min.)
1	9:15	9:18	3.0
2	9:31	9:41	10.0
3	10:17	10:24	7.0
4	10:24	10:34	10.0
5	10:37	10:42	5.0
6	10:55	11:00	5.0
7	12:01	12:02	1.0
8	2:09	2:14	5.0
9	3:15	3:30	15.0
10	4:01	4:35	34.0
11	4:38	4:43	5.0

Primer 4

Resenje

a) tokom osmočasovnog perioda

Prosecan br poziva u jedinici vremena:

$$\lambda = \frac{11}{8} = 1.375 \text{ calls / hour}$$

Prosecno trajanje poziva:

$$H = \frac{100}{11} \times \frac{1}{60} = 0.1515 \text{ hours / call}$$

Intenzitet saobracaja:

$$A = \lambda H = 1.375 \times 0.1515 = 0.208 \text{ Erlangs}$$