کاربرد نظریه صف بندی در بهره برداری بهینه از شبکه های توزیع نیروی برق

سیدکامران خواصی - کیکاوس رمضانی
شرکت توزیع نیروی برق استان کرمانشاه

چکیده :

به دلیل اهمیت برق رسانی به مشترکین بطور مستمر ومداوم نیاز به تامین برق مطمئن از اهمیت ویژه ای برخوردار است واز طرفی باید هزینه این مهم حتی الامکان کاهش یابد،باستفاده از آمار ونظریه صف بندی[1]در این مقاله سعی شده است هدف فوق الذکر امکان پذیر گردد.

معمولا همه ماا‌ز انتظار کشیدن ودر صف ایستادن رنج میبریم به تجربه دریافته ایم که قطعی فیدر های بیست کیلوولت را می توان به عنوان صفی غیر قابل تحمل هم برای مشترکین و هم برای شرکت توزیع نیروی برق در نظر گرفت . پس برآن شدیم این صف را کوتاه کنیم ودر این راستا استفاده ازنظریه صف بندی را انتخاب وبکار برده ودر ذیل ابتدا فرمولها واصطلاحات مربوط به نظریه صف بندی و مدل برازش شده به فیدرهای ببیست کیلوولت[3] آمده وسپس تحلیل اقتصادی این روش برای داده های سال80و81 امور برق مرکز کرمانشاه که دارای 16فیدر بیست کیلوولت است ارائه می شود ..

مقدمه :

همه ما تجربه های نامطلوب از انتظار کشیدن در صف را داریم . متاسفانه این پدیده باافزایش تراکم جمعیت وشهری شدن روزافزون جامعه بیشتر گسترش میابد .در سوپرمارکتها برای پرداخت بهای اقلام انتخابی در صف مربوطه نوبت میگیریم وهمچنین در آرایشگاهها وسالنهای زیبایی به انتظار می نشینیم و....

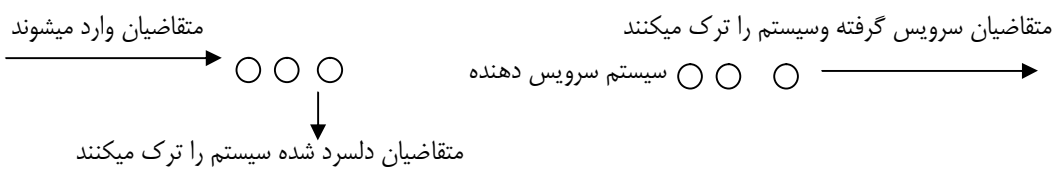
ما به عنوان یک متقاضی معمولا اینگونه انتظار کشید نها را دوست نداریم .وگردانندگان موسساتی که ما در صفوف آنان نوبت گرفته ایم نیز انتظار کشیدن مارا دوست ندارند زیرا ممکن است این صفوف برای آنان هزینه هایی در بر داشته باشد .همچنین ممکن است یالا بردن سرویس تا حدمطلوب به لحاظ اقتصادی غیر عملی باشد ویا برای ارائه سرویس ظرفیت محدود باشد .

در صنعت برق نیز همین موضوع درتمام زمینه ها موجود است چراکه مشترکین برق دوست ندارند برقشان قطع گردد و به طبع آن توزیع کنندکان برق نیز با قطع برق متحمل هزینه های بالایی میگردند. در این مقاله سعی شده است با استفاده از نظریه صف بندی قطعی فیدرهای بیست کیلوولت به حداقل ممکن برسد . همچنین ضرور وزیانهای ناشی از انرژی توزیع نشده وهزینه های تعمیرات تجزیه وتحلیل میگردد.

1-نظریه صف بندی

یك سیستم صف بندي را میتوان به صورت زیر توصیف کرد :

متقاضیان برای اخذ سرویس مراجعه کرده واگر ارائه سرویس بلافاصله مقدور نباشد به انتظار سرویس میایستند وبعد از اخذ سرویس سیستم را ترک میکنند .مدل زیر سیستم ورود وخروج متقاضیان را نشان میدهد :



سیویلیکا: مرجع دانش
www.civilica.com

2-مشخصه های فرایند صف بندی

2-1-نحوه ورود متقاضیان
2-2-نحوه سرویس به متقاضیان
2-3- نظم صف
2-4- ظرفیت سیستم
2-5- تعدادباجه های سرویس
3-6-مراحل سرویس

2-1-نحوه ورود متقاضیان

اکثرا برحسب متوسط تعدادواردین در واحد زمان (میانگین نرخ ورودي)یا به وسیله متوسط زمان بین دو مراجعه متوالي (میانگین فاصله زماني دو ورود متوالي) اندازه گیري مي شود .

2-2-نحوه سرویس به متقاضیان

توسط نرخ سرویس (تعداد متقاضیانی که در واحد زمان سرویس می شوند ویا زمان لازم برای سرویس یک متقاضی توصیف می شود .

2-3- نظم صف

به روشی اطلاق می شود که طی آن زمانی که صف شکل گرفته است متقاضیان را جهت سرویس انتخاب میکنیم واکثرا در نظم های معمولی در زندگی روزمره سرویس به ترتیب زمان ورود است .

2-4- ظرفیت سیستم

در بعضی ازفرایند های صف بندی محدودیتی از نظر فضای مکان انتظار موجود است بدین ترتیب اگر طول صف به اندازه معینی رسید متقاضیان دیگری تا منقضی شدن سرویس وفراهم آمدن فضای خالی مجاز به داخل شدن به صف نیستند .

2-5- تعدادباجه های سرویس

به تعداد سرویس دهنده هایی که متقاضیان را متشابها سرویس می کنند اطلاق میشود .

3-6-مراحل سرویس

یک سیستم صف بندی ممکن است تنها یک مرحله سرویس داشته باشد مانند یک آرایشگاه یا یک سوپر مارکت ویا یک سیستم صف بندی چند مرحله ای باشد مانند آزماش پزشکی

3- میزان تاثیر پذیری

عموما سه نوع تحلیل مورد توجه است اول اندازه زمان انتظار تحمیلی به متقاضی دوم تعیین چگونگی رشد صف وسوم اندازه زمان فراغت سرویس دهنده ها .

چون اکثر سیستم های صف بندی حاوی عناصر احتمالی است بنابر این این اندازه ها متغیرهای تصادفی بوده وبدین جهت تابع توزیع احتمال یاحداقل امید ریاضی آنان مورد توجه است .

سیویلیکا: مرجع دانش
www.civilica.com

4- اصطلاحات

جهت توصيف يك فرآيند صف بندي به اختصار اصطلاحاتي كه دراكثر قسمتها منتسب به كندال (1953) است ارائه ميشود . یک فرآیند صف بندی توسط یک عده حروف وخطوط مورب به صورت A/B/X/Y/Z توصیف میشود .که درآن Aمبین چگونگی توزیع فواصل زمانی ورود متقاضیان Bنحوه سرویس یعنی چگونگی احتمال زمان سرویس Xتهدادکانالهای زمان سرویس Yگنجایش سیستم وZنظم است .

به عنوان مثال M/D/2/oo/FIFOمبین یک فرآیند صف بندی با توزیع نمایی برای فاصله زمانی مراجعات وبه صورت قطعی و 2سرویس دهنده و ظرفیت نامحدود ونظم صف به ترتیب ورود متقاضیان را نشان میدهد .

اصطلاحات و تعاریف:

توزیع فواصل زمان ورود A

Mنمایی

Dتعیینی

Ekارلانز از نوع K

Giکلی مستقل

توزیع زمان سرویس B

Mنمایی

Dتعیینی

Ekارلانز از نوع K

Giکلی

تعدد سرویس دهنده ها X(...و4و3و2و1)

ظرفیت سیستم Y(...و4و3و2و1)

نظم صف Z

FIFOسرویس به ترتیب ورود متقاضیان

LIFOسرویس به ترتیب عکس ورود متقاضیان

SIROانتخاب تصادفی متقاضیان جهت سرویس

PRIحق تقدم

GDنظم کلی

5- مدلهای صف بندی تعیینی

سیویلیکا: مرجع دانش
www.civilica.com

یقینا ساده ترین مدل صف بندی آنهایی است که براستی تابع توزیع احتمال برای نحوه ورود وخروج متقاضیان لازم نیست همچنین زمانهای سرویس مقادیرثابتی هستند . این گونه مدلها را به خاطر عدم وجود هر نوع تابع توزیع احتمال مدلهای صف بندی تعیینی میگوییم .

λ=تعدادمراجعات درواحد زمان

$1/\lambda$=فاصله زمانی بین دو مراجعه متوالی

μ=نرخ سرویس ارائه شده در واحد زمان وقتی سرویس دهنده ها مشغول انجام وظیفه باشند .

$1/\mu$=زمان ثابت سرویس

6-فرآیند پواسون وتوزیع نمایی

در اکثر مدلهای صف بندی معمولی فرض براین است که فواصل زمانی مراجعات وزمانهای سرویس از توزیع نمایی پیروی میکنند وبه عبارتی نرخ سرویس ازتوزیع پواسون[4]متابعت میکند

(1

$$Pn(t)= (\lambda t)^n * e^{-\lambda t} /n! \qquad n >=0$$

به راحتی ثابت می شود که توزیع نمایی خاصیت فقدان حافظه یا خاصیت مارکفی دارد .

(2

$$pn(T<=t1\backslash T>=t0)=p(0<=t<t1-t0)$$

7- صفوف با تعداد متقاضیان متناهی M/M/C/M

دراین جمعیت مدعو متناهی ومثلا به اندازه M باشد واحتمالات رخداد پیش آمدها توابعی از چگونگی وضع گذشته باشند. فرض کنید Cسرویس دهنده انجام وظیفه کنند زمانهای سرویس متغیرهای تصادفی مستقل از هم با توزیع نمایی با میانگین μ $1/$میباشد فرآیند مراجعه به صورت زیر فرض میشود .اگر درزمان Tهیچ واحد مدعوی درسیستم موجودنباشد دراینصورت احتمال مراجعه هریک تا زمان$T+\Delta T$برابر $\lambda(\Delta T)+ O(\Delta T)$است .یعنی مدت زمانی که واحد فراخوانده شده خارج ازسیستم میگذراند توزیع نمایی با میانگین $1/\lambda$است با استفاده از نظریه تولد ومرگ میتوان نوشت

(3

$$\lambda n=(M-n)\,\lambda \qquad ,0<n<M$$
$$\lambda n=0 \qquad ,M<n$$

(4

$$\mu n=nM \qquad ,0<n<C$$

$$\mu n=CM \qquad , C<n$$

(5

$$pn = \binom{m}{n} (\lambda/\mu)^n p0 \qquad ,0<n<C$$

$$\binom{m}{n} pn = \frac{n!}{(C^{n-c} * c!)} (\lambda/\mu)^n p0 \qquad c<n<M$$

(6

$$p0=\left[\sum_{n=0}^{c-1}\binom{m}{n}(\lambda/\mu)^n+\sum_{n=c}^{m}\binom{m}{n}\frac{n!}{(C^{n-c}*c!)}(\lambda/\mu)^n\right]^{-1}$$

از تعریف امید ریاضی داریم :

(7

$$L=\sum_{N=0}^{M} npn$$

$$L=\left[\sum_{n=0}^{c-1}\binom{m}{n}(\lambda/\mu)^n+\sum_{n=c}^{m}\binom{m}{n}\frac{n!}{(C^{n-c}*c!)}n(\lambda/\mu)^n\right]p0$$

(8

$$Lq=\sum_{n=c}^{M}(n-c)p\,n$$

$$Lq=L-C+\sum_{n=0}^{n=c}(c-n)p\,0$$

امید ریاضی انازه های زمان انتظار : wq, w

اگر سیستم شامل nواحد باشد m-n واحد دیگر با نرخ λ مراجعه به سیستم دارند بنابراین میانگین نرخ مراجعه به

سیستم λ (m-n)است

(9

$$\lambda` = (M-L)\,\lambda$$

(10

$$W=L/\lambda`$$

(11

$$Wq=lq/\lambda`$$

(12

سیویلیکا: مرجع دانش
www.civilica.com

$W=Wq+1/\mu$ ⟶

8- صورت مساله

درامور برق مرکز کرمانشاه تعداد16 فید رفشار متوسط مشترکین را تغذیه مینمایند –دو اکیپ عملیاتی 2نفره جهت تعمیرات ناشی از خاموشی های احتمالی انجام وظیفه مینمایند به تجربه ثابت شده است که متوسط قطعی های هرفیدر 62دقیقه میباشد به دلیل اهمیت مشترکین لازم است هیچگاه فیدر ها قطع نگردند زمان تتعمیر هرفیدر به وسیله اکیپها دارای توزیع نمایی با میانگین 68دقیقه است می خواهیم بررسی کنیم متوسط تعدا د فیدرهای آماده تغذیه به مشترکین در هر زمان وهمچنین متوسط درصد اوقات فراغت هراکیپ عملیاتی چقدر است ؟ودر صورت اضافه کردن یک اکیپ عملیاتی دیگر چه تاثیری برکاهش میزان خاموشی ها خواهد داشت .

جدول شماره (1) کلیه اطلا عات مربوط به برق مرکز کرمانشاه را نشان میدهد.

علکرد فیدر هاي بیست کیلوولت آمپر امور برق مرکز کرمانشاه در سال 81و82

نام فیدر	پیك بار (آمپر)	بار عادي (آمپر)	جمع کل خاموشیها	تعدادو انرژي توزیع نشده	میزان رشد	زمان قطعي هرفیدر (دقیقه)	
			81	80		81	80
باریکه	160	96	23	12	11	299	107
			21654	7784	13870		
ارشاد	20	12	20	27	-7	415	2508
			3762	22743	-18981		
حافظیه	125 125	75	129	106	23	1710	1495
			96927	84692	12235		
ده پهن	60	36	169	155	14	2650	1461
			72075	39736	32339		
بهمن-22	200	120	59	64	-5	621	670
			56310	60737	-4427		
کشمیر	160	96	74	44	30	682	406
			49448	29481	19967		
پایگاه	65	39	40	40	0	1048	1646
			30894	48516	-17622		
الهیه	200	120	103	116	-13	1111	1211
			100710	109779	-9069		

سیویلیکا: مرجع دانش
www.civilica.com

گلستان	120	72	80	48	32	1010	1046
			54922	56897	-1975		
صنعتي 1	20	12	32	31	1	2675	1422
			24253	12892	11361		
صنعتي 2	100	60	41	64	-23	1039	935
			47103	42389	4714		
فرستنده	60	36	78	40	38	1020	373
			27733	10159	17574		
دولت آباد	140	85	145	125	20	1402	1610
			89359	102606	-13247		
دادگستري	140	84	38	67	-29	846	1486
			53704	94294	-40590		
برق منطقه اي	130	78	34	4	30	764	40
			45030	2383	42647		
فرهنگيان	120	70	77	79	-2	1728	1056
			93043	56853	36190		
جمع شهرستان	1945	1091	1142	1022	120	1008	909
			866927	781941	84986		

جدول شماره (1)

9- تحلیل اقتصادی نتایج

بااستفاده از داده های خطوط بیست کیلوولت جدول شماره 1و روابط 1-10داریم :

1/68=λ

1/62=μ

2=C

16=M

P0= 0/000000001 باقراردان در فرمول شماره (6):

L= 13 باقراردان در فرمول شماره (7):

Lq= 12 باقراردان در فرمولشماره(8):

W = 5ساعت =295دقیقه باقراردان در فرمول شماره(10)

بنابر این متوسط زمان خاموشی هرفیدر درطول ماه برابر است با

t1= 295/12 = 25 دقیقه

سیویلیکا: مرجع دانش
www.civilica.com

در صورتی که یک اکیپ دیگر را جهت تعمیرات به سیستم اضافه کنیم :

C= 3

p 0 = 0/00000023

L=12

W= 3ساعت = 180دقیقه

بنابر این متوسط زمان خاموشی هر فیدر در طول ماه برابر است با :

t2=180/12 = 15دقیقه

مشاهذه میگردد که باضافه کردن یک اکیپ تعمیراتی دیگر به میزان ده دقیقه در هر ماه از خاموشی فیدر های بیست کیلوولت کاسته میگردد .

حقوق دو اکیپ تعمیراتی (هر اکیپ شامل 2 سیمبان وانومبیل با راننده) با احتساب هزینه های بالاسری مبلغ 180000000ریال میباشد.

درطول سال به طور متوسط ضر ر وزیان ناشی از انرژی توزیع نشده[2]وهزینه های اکیپ به صورت زیر است :

180000000+206108500 = 386108500ریال=c1

با توجه به رابطه t1,t2داریم :0/6=t1/t2 که نشان مدهد که انرژی توزیع نشده به میزان 60٪ کاهش یافته است

حال اگراکیپ سوم (با حقوق به مبلغ 90000000ریال) وارد سیستم گردد به طور متوسط هزینه های انرژی توزیع نشده و اکیپ به صورت زیر است :

82443400+90000000+180000000= ریال352443400=c2

که نهایتا بطور متوسط مبلغ 33665100ریال =c1-c2

به نفع شرکت خواهد بود. از طرفی با کاهش خاموشیها میزان رضایتمندی مشترکین نیزافزایش مییابد

10-نتیجه گیری

با توجه به داده های فوق ومقادیر بدست آمده از فرمولها میتوان نتیجه گرفت که اضافه کردن یک اکیپ تعمیراتی باعث میشود که قطعی قیدر های بیست کیلوولت وهزینه های امور برق مرکز کرمانشاه به حد چشمگیری تقلیل یابد.

بااستفاده از نظریه صف بندی میتوان تشخیص دادکه تعداد اکیپهای تعمیراتی در هر شهرستان کافی میباشند و یا لازم است اضافه وتقویت شوند ، میتوان با نظر مدیر عامل شرکت در فصلهایی که احتمال قطعی فیدرها مثل زمستان بیشتر است اکیپهای کمکی سایر شهرستانها را به شهرستانهای بحرانی اعزام کرد،

11-مراجع- منابع

1)آشنایی با نظریه صف بندی دکتر شاهکار

2) آشنایی باشبکه های توزیع –میلانی

سیویلیکا: مرجع دانش
www.civilica.com

3) عملکردفیدرهای بیست کیلوولت امور برق مرکز کرمانشاه سال 80و 81
4)مفاهیم وروشهای آماری مرتضی شهر آشوب و فتاح میکاییلی

سیویلیکا: مرجع دانش
www.civilica.com