

محاسبه ظرفیت خط به روش UIC

مدرس: دکتر مسعود یقینی

۱- روش محاسبه ظرفیت

محاسبه ظرفیت خط

فرمول محاسبه ظرفیت:

$$L = \frac{T}{t_{fm} + t_r + t_{zu}} [trains/reference\ period]$$

L	: ظرفیت یک بلاک (تعداد قطار در یک دوره زمانی خاص یا مرجع)
T	: دوره زمانی مرجع (دقیقه)
t_{fm}	: میانگین زمان هدوی قطارها (دقیقه)
t_r	: زمان حائل (دقیقه)
t_{zu}	: زمان اضافی (دقیقه)

محاسبه ظرفیت خط

۱) دوره زمانی مرجع (دوره زمانی محاسبه ظرفیت) T

- اگر ظرفیت را بخواهیم برای یک دوره یک روزه محاسبه کنیم، مقدار T را ۱۴۴۰ دقیقه در نظر می گیریم.
- اگر ظرفیت را بخواهیم برای یکساعت محاسبه کنیم، (معمولاً برای تجزیه و تحلیل ظرفیت برای ساعات Peak محاسبه می شود) T را ۶۰ دقیقه می گیریم.
- اگر بعضی از ساعات خط برای عملیات تعمیر و نگهداری مسدود باشد از ۱۴۴۰ یک روز کم می شود.
- اگر انواع قطارها در طول یک روز فرق کند، باید ساعت را به دوره های زمانی که قطارهای مشابه اعزام می شود محاسبه کرد.

محاسبه ظرفیت خط

(۲) میانگین زمان هدوی قطارها t_{fm}

– t_{fm} : در واقع میانگین هدوی بین کلیه قطارهایی که در خط اعزام می شود، است.

– برای محاسبه t_{fm} از دو روش می توان استفاده نمود:

- محاسبه t_{fm} براساس یک برنامه حرکت قطارها
- محاسبه t_{fm} بدون وجود یک برنامه حرکت قطارها

محاسبه ظرفیت خط

۱-۲) محاسبه میانگین زمان هدوی قطارها براساس یک برنامه حرکت
I. برای خطوط یک طرفه

$$t_{fm} = \frac{\sum (n_{ij} \cdot t_{fij})}{\sum n_{ij}} \quad [min/train]$$

n_{ij} : تعداد هدوی قطارها

t_{fij} : زمان هدوی بین دو گروه از قطارها

II. برای خطوط دو طرفه

$$t_{fm} = \frac{\sum (n_{ij(aa)} \cdot t_{fij(aa)}) + \sum (n_{ij(ab)} \cdot t_{fij(ab)}) + \sum (n_{ij(bb)} \cdot t_{fij(bb)}) + \sum (n_{ij(ba)} \cdot t_{fij(ba)})}{\sum n_{ij}} [min/train]$$

- n_{ij} : تعداد هدوی ها
- t_{fij} : زمان هدوی بین دو گروه از قطارها
- a : نشاندهنده مسیر رفت (A به B)
- b : نشاندهنده مسیر برگشت (B به A)

محاسبه ظرفیت خط

۲-۱-۱) تعیین تعداد هدویها

- بایستی قطارها براساس زمان سیر گروه بندی شود. قطارهایی که زمانهای سیر یکسان و نزدیک به هم است باید در یک گروه قرار گیرند.

محاسبه ظرفیت خط

۲-۱-۱-۱) تعیین تعداد هدوی ها در خطوط یک طرفه

• در خطوط یک طرفه فقط یکنوع هدوی داریم (رفت-رفت)

ماتریس تعداد هدوی ها در محور یک طرفه

(با فرض اینگه ۳ گروه قطار داریم)

		قطار بعدی (رفت)		
		1	2	3
قطار قبلی (رفت)	1	n_{11}	n_{12}	n_{13}
	2	n_{21}	n_{22}	n_{23}
	3	n_{31}	n_{32}	n_{33}

n_{ij} : تعداد هدوی قطارها

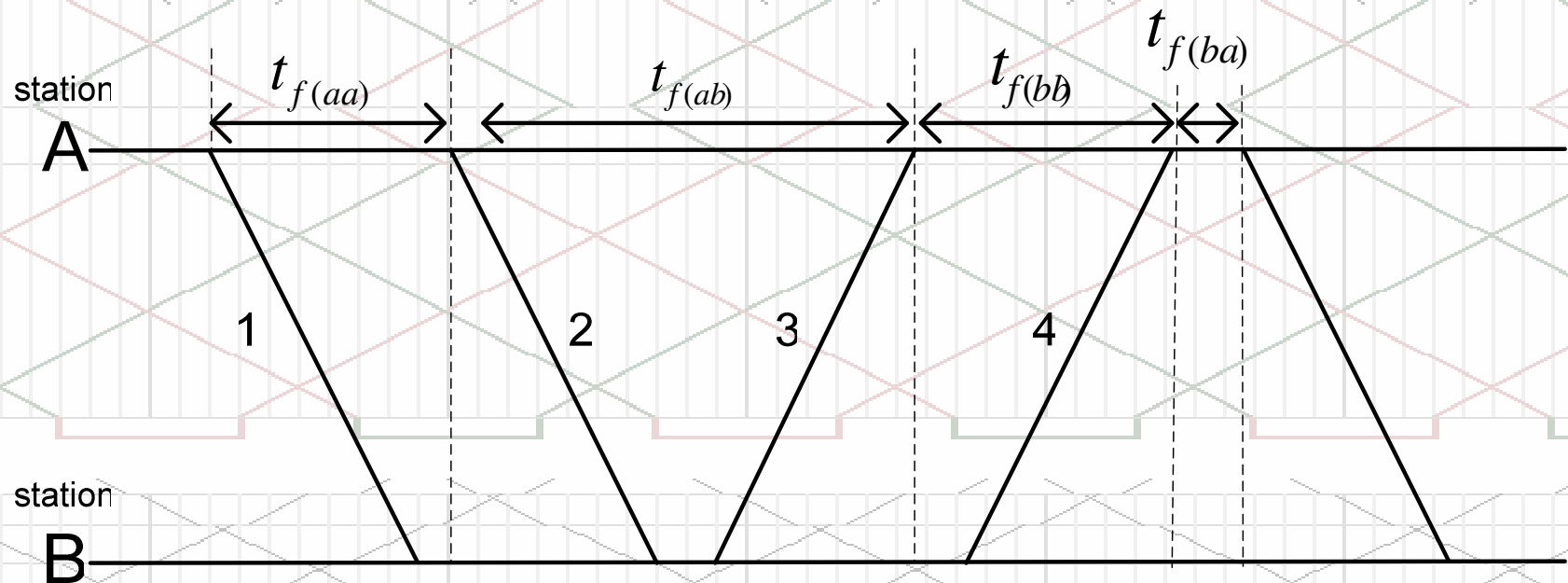
i : اندیس گروه قطارهای قبلی

j : اندیس گروه قطارهای بعدی

محاسبه ظرفیت خط

۲-۱-۱-۲ تعیین تعداد هدوی ها در خطوط دو طرفه

- در خطوط دو طرفه چهار نوع هدوی داریم:



محاسبه ظرفیت خط

- تعیین تعداد هدوی ها در محور دو طرفه
- ماتریس تعداد هدوی ها در محور دو طرفه
(با فرض اینگه ۳ گروه قطار داریم)

		قطار بعدی (j)			رفت (a)			
		برگشت (b)						
(i) قطار قبلی			-3	-2	-1	+1	+2	+3
	(a) رفت	+3	n_{+3-3}	n_{+3-2}	n_{+3-1}	n_{+3+1}	n_{+3+2}	n_{+3+3}
+2		n_{+2-3}	n_{+2-2}	n_{+2-1}	n_{+2+1}	n_{+2+2}	n_{+2+3}	
+1		n_{+1-3}	n_{+1-2}	n_{+1-1}	n_{+1+1}	n_{+1+2}	n_{+1+3}	
(b) برگشت	-1	n_{-1-3}	n_{-1-2}	n_{-1-1}	n_{-1+1}	n_{-1+2}	n_{-1+3}	
	-2	n_{-2-3}	n_{-2-2}	n_{-2-1}	n_{-2+1}	n_{-2+2}	n_{-2+3}	
	-3	n_{-3-3}	n_{-3-2}	n_{-3-1}	n_{-3+1}	n_{-3+2}	n_{-3+3}	

علامت "+" نشاندهنده رفت و علامت "-" نشان دهنده مسیر برگشت قطارهاست.

n_{+3+1} : یعنی تعداد قطارهایی که قطار رفت از نوع 3 و قطار رفت بعدی از نوع 1 باشد.

محاسبه ظرفیت خط

۲-۱-۲) محاسبه هدوی ها

• پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه هدوی:

t_l : زمان سیر قطار در بلاک

l_s : فاصله بین نقطه ای که سیگنال هشدار دهنده قابل رویت می شود (سیگنال نشان دهنده اشغال یا آزاد بودن بلاک بعدی) تا انتهای بلاک (وسط ایستگاه/نقطه پایانی بلاک)

t_{l_s} : زمان سیر مسافت l_s

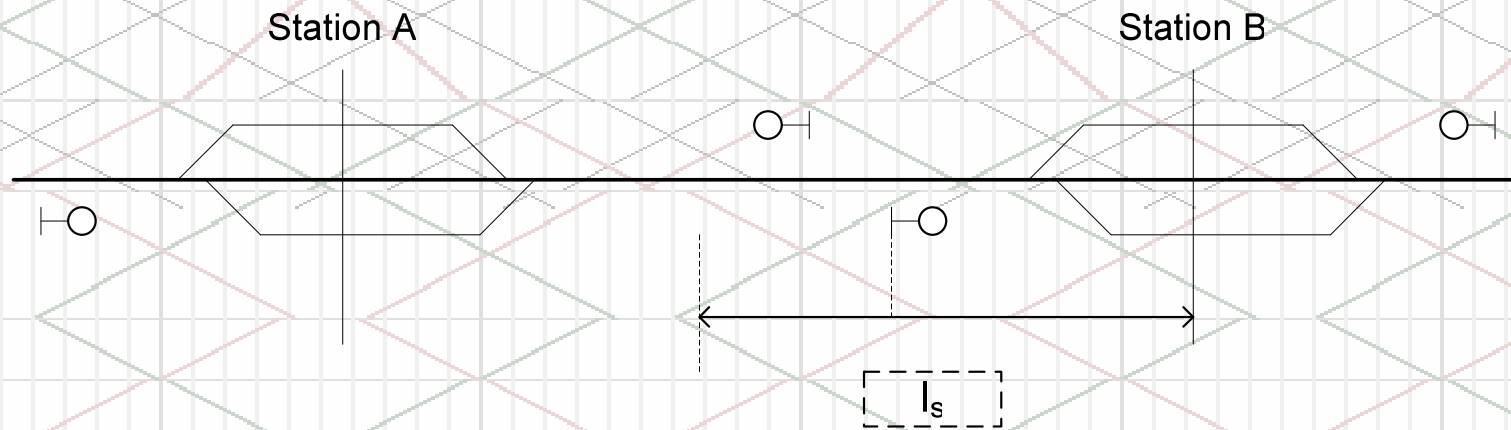
t_b : زمان آزاد سازی بلاک

t_a : زمان مورد نیاز برای گرفتن مجوز اعزام قطار (برای قطارهایی که در ایستگاه در حال

توقف هستند)

محاسبه ظرفیت خط

• l_s از دو بخش تشکیل شده است:



– قسمت اول: فاصله بین نقطه ای که سیگنال هشدار دهنده قابل مشاهده است تا خود سیگنال که بصورت زیر در نظر گرفته می شود:

برای $v \leq 80$: 200m

برای $v > 80$: 500m

– قسمت دوم: از سیگنال هشدار دهنده تا انتهای بلاک

محاسبه ظرفیت خط

• زمان سیر در l_s را از رابطه زیر محاسبه می کنیم:

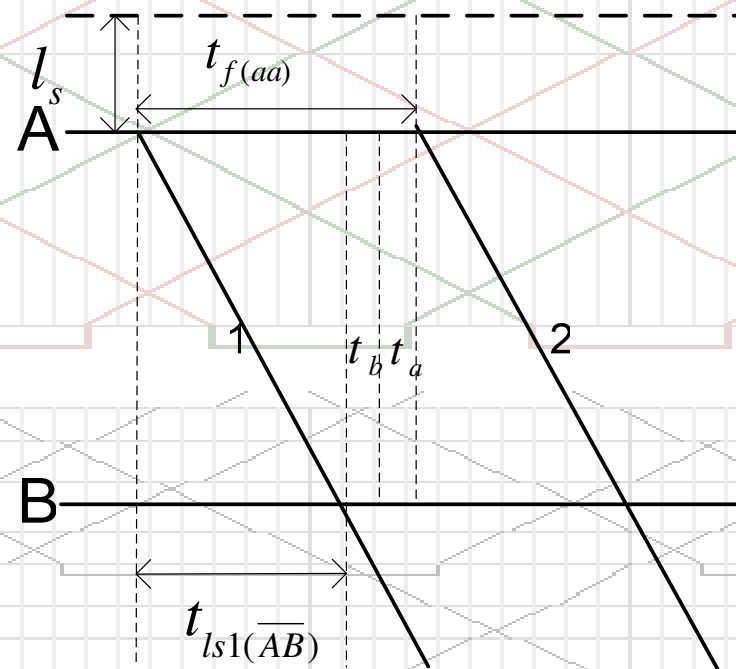
$$t_{l_s} = \frac{t_{l(\overline{AB})}}{l_{(\overline{AB})}} \cdot l_s \quad [min]$$

محاسبه ظرفیت خط

۱-۲-۱-۲ محاسبه هدوی ها برای خطوط یک طرفه

• اگر قطار بعدی در ایستگاه A توقف داشته باشد:

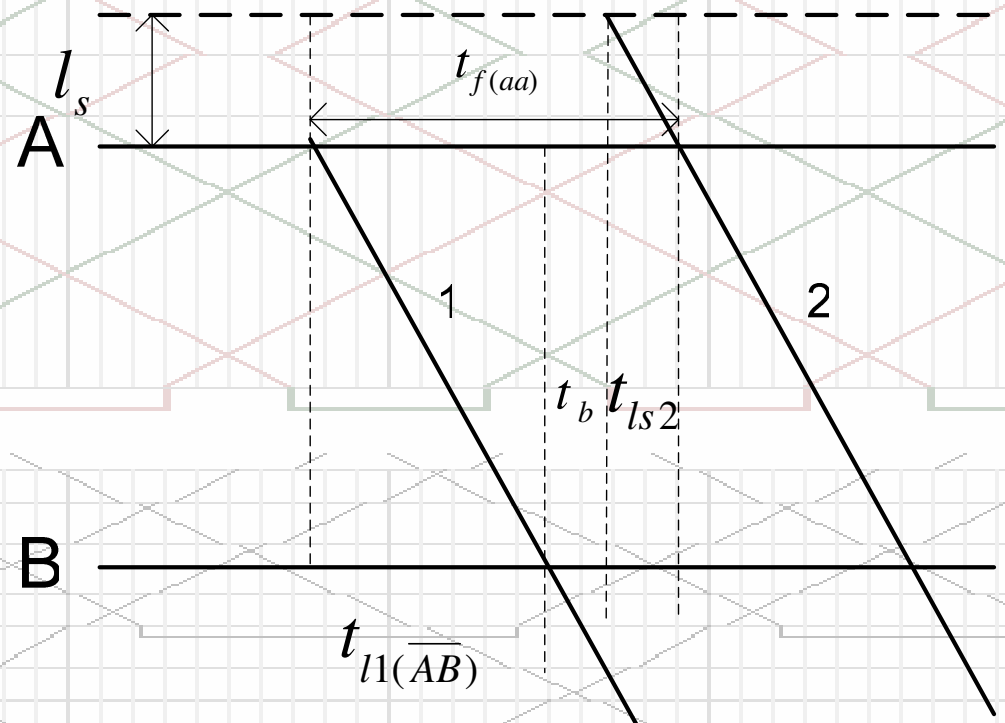
$$t_f = t_{l1(\overline{AB})} + t_b + t_a \quad [min]$$



محاسبه ظرفیت خط

- اگر قطار بعدی بدون توقف از A عبور کند (قطاری که بدون توقف می خواهد از ایستگاه عبور کند، نباید کاهش سرعت داشته باشد):

$$t_f = t_{l1(\overline{AB})} + t_b + t_{ls2(A)} \quad [min]$$



محاسبه ظرفیت خط

۲-۱-۲) محاسبه هدوی ها برای خطوط دو طرفه

- برای خطوط دو طرفه همانطور که گفته شد چهار نوع هدوی داریم:

نوع اول: (رفت-رفت)

- $t_{f(aa)}$ هدوی قطار اول رفت از A و قطار بعدی رفت از A این محاسبه مشابه روش یک طرفه می باشد.

$$t_{f(aa)} = t_{l1(\overline{AB})} + t_b + t_a \quad [min]$$

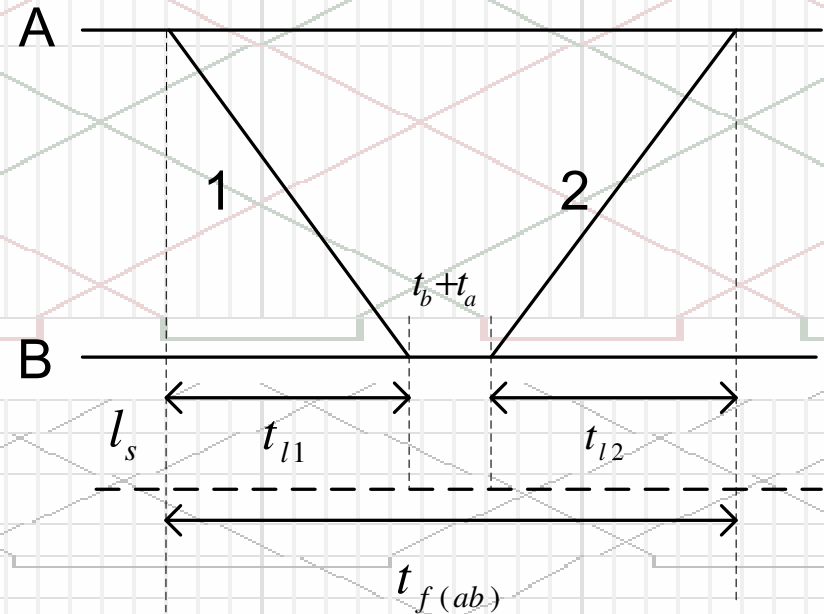
$$t_{f(aa)} = t_{l1(\overline{AB})} + t_b + t_{ls2(A)} \quad [min]$$

محاسبه ظرفیت خط

نوع دوم: (رفت-برگشت)

- محاسبه $t_{f(ab)}$ قطار اول رفت و قطار بعدی برگشت.
- اگر قطار بعدی از حالت توقف حرکت کند:

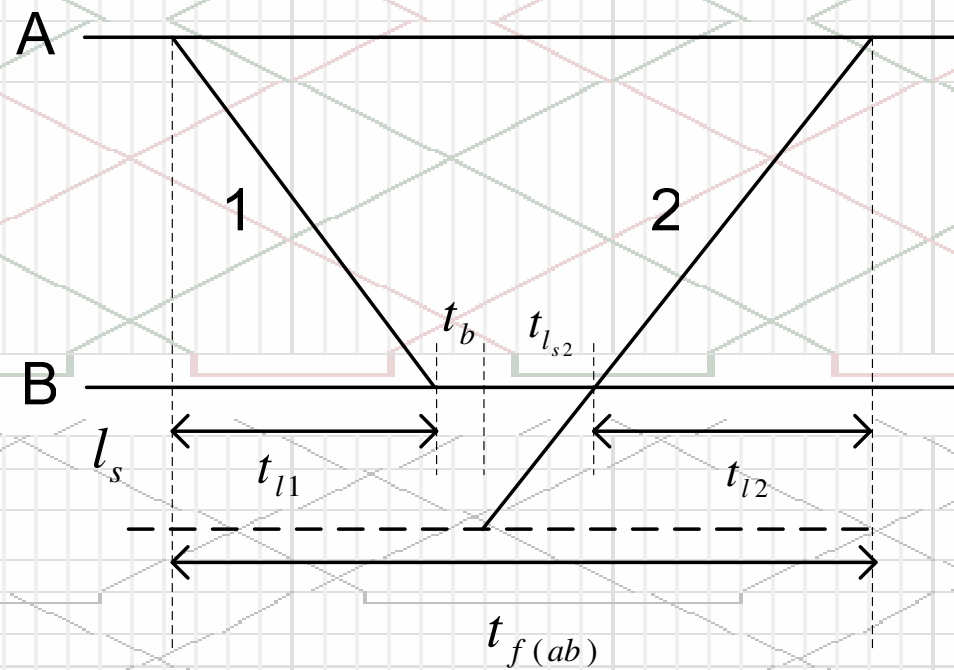
$$t_{f(ab)} = t_{l1(\overline{AB})} + t_b + t_a + t_{l2(\overline{BA})} \quad [min]$$



محاسبه ظرفیت خط

- اگر بدون توقف از ایستگاه عبور کند:

$$t_{f(ab)} = t_{l1(\overline{AB})} + t_b + t_{ls2(B)} + t_{l2(\overline{BA})} \text{ [min]}$$

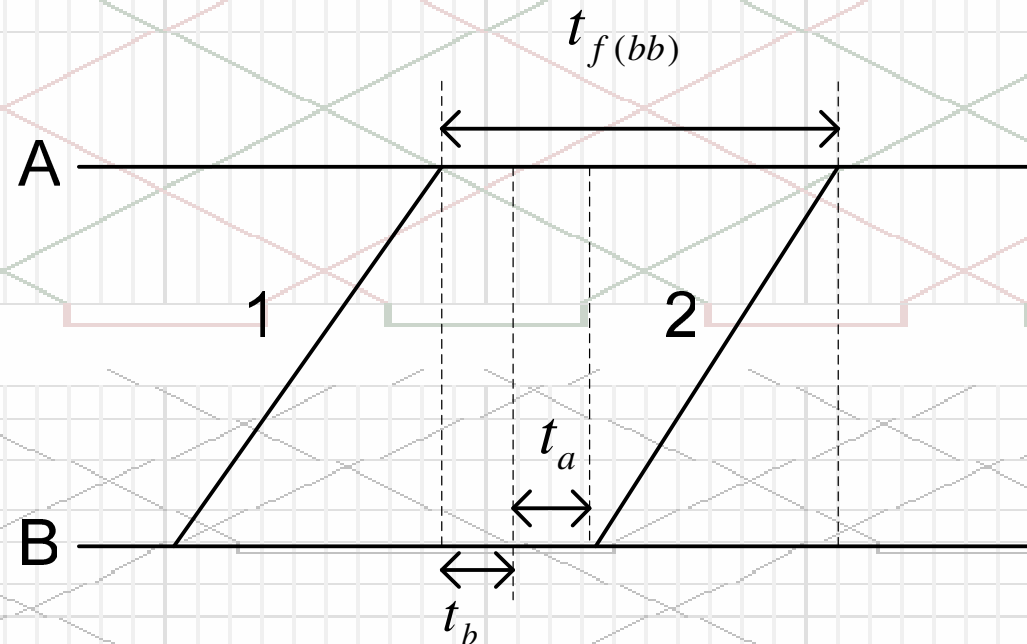


محاسبه ظرفیت خط

نوع سوم: (برگشت-برگشت)

- $t_{f(bb)}$ قطار اول برگشت از B و قطار بعدی برگشت از B.
- اگر قطار دوم از حالت توقف حرکت کند:

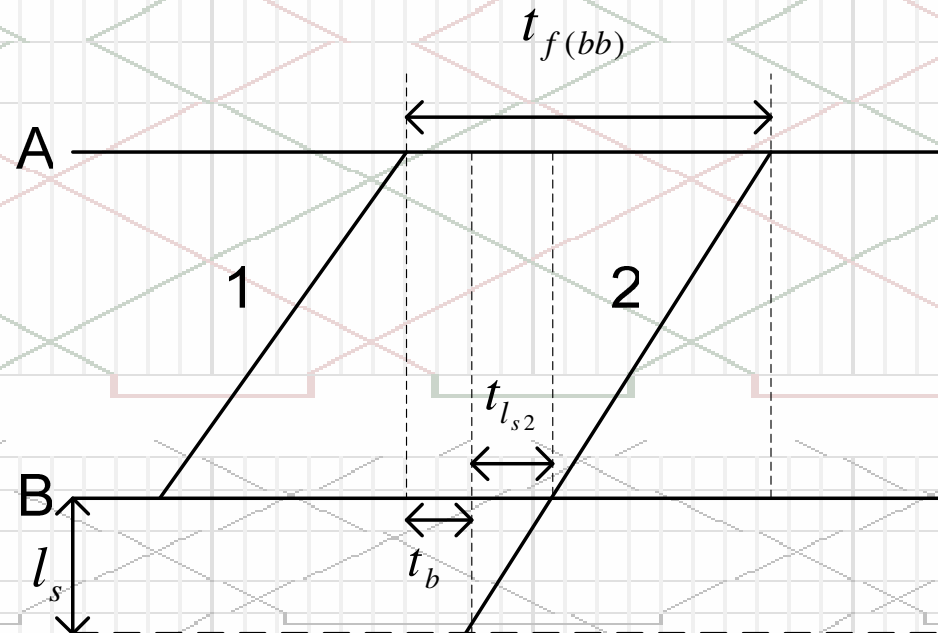
$$t_{f(bb)} = t_b + t_a + t_{l2(\overline{BA})} \quad [min]$$



محاسبه ظرفیت خط

- اگر قطار دوم بدون توقف از ایستگاه B عبور کند:

$$t_{f(bb)} = t_b + t_{l_{s2}(B)} + t_{l2(\overline{BA})} \quad [min]$$

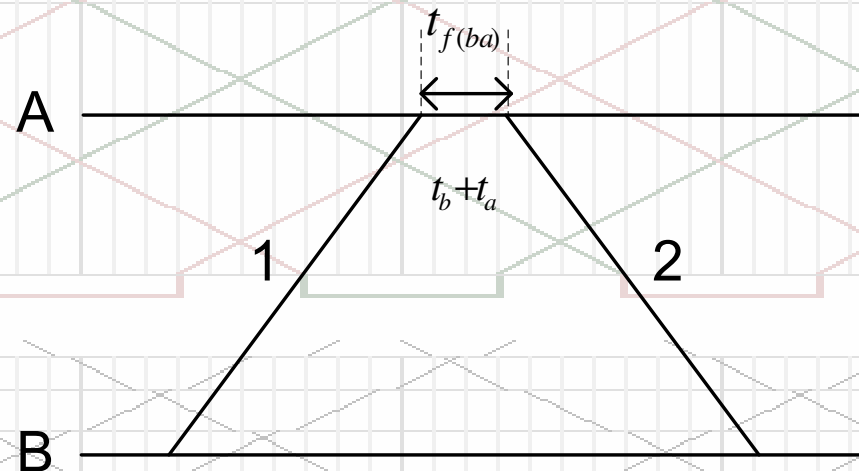


محاسبه ظرفیت خط

نوع چهارم: (برگشت-رفت)

- محاسبه $t_{f(ba)}$ قطار اول برگشت و قطار بعدی رفت.
- اگر قطار بعدی از حالت توقف حرکت کند:

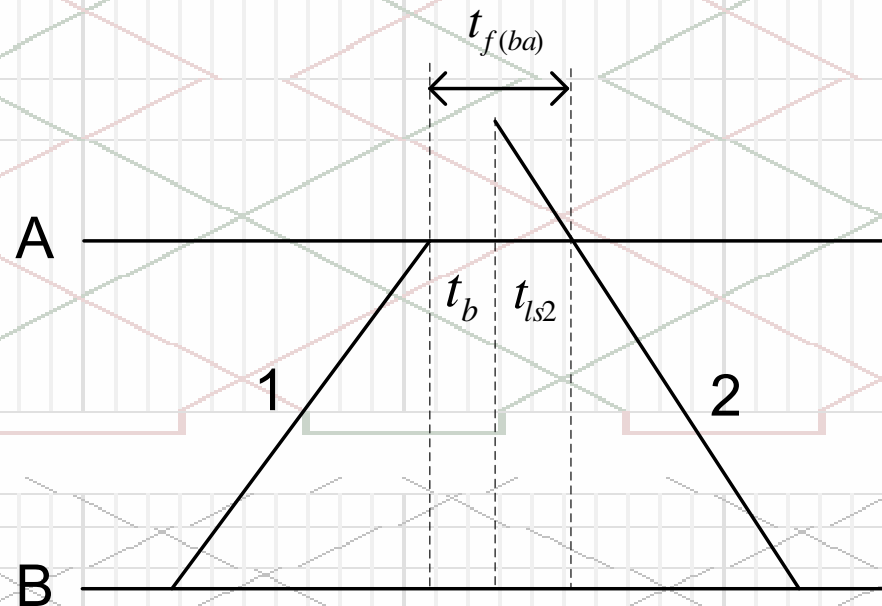
$$t_{f(ba)} = t_b + t_a \text{ [min]}$$



محاسبه ظرفیت خط

- اگر بدون توقف در A حرکت کند:

$$t_{f(ba)} = t_b + t_{ls2(A)} \quad [min]$$



$$t_{fm} = \frac{\sum n_i \cdot n_j \cdot t_{fij}}{\sum n_i \cdot n_j}$$

محاسبه ظرفیت خط

۲-۲) محاسبه میانگین زمان هدوی قطارها بدون وجود برنامه حرکت برای قطارها

- در این حالت ما فقط تعداد قطارها از هر یک از گروهها را داریم و ترتیب و توالی قطارها را نداریم.

$$t_{fm} = \frac{\sum n_i \cdot n_j \cdot t_{fij}}{\sum n_i \cdot n_j} [min]$$

i: قطار قبلی

j: قطار بعدی

n_i, n_j : تعداد قطارها از هر گروه

t_{fij} : هدوی بین قطارها

محاسبه ظرفیت خط

$$0.67 = \frac{0.4}{0.6}$$
$$t_r = 0.67t_{fm}$$

(۳) زمان حائل t_r

- هر قدر این زمان حائل بزرگتر گرفته شود، ظرفیت محاسبه شده کوچکتر می شود و زمانهای تاخیرات کمتر می شود.
- طبق تجربیات راه آهن های دنیا، اشغال بودن ۶۰٪ زمان بلاکها نتیجه مطلوبی دارد.

$$t_r = \frac{0.4}{0.6} t_{fm} \text{ [min]}$$

$$t_r = 0.67 t_{fm} \text{ [min]}$$

محاسبه ظرفیت خط

$$0.67 = \frac{0.4}{0.6}$$
$$t_r = 0.67 t_{fm}$$

- اگر ظرفیت برای یک ساعت بخصوص را بخواهیم محاسبه کنیم می توانیم بر مبنای ۷۵٪ بگیریم که:

$$t_r = \frac{0.25}{0.75} t_{fm} \text{ [min]}$$

$$t_r = 0.33 t_{fm} \text{ [min]}$$

محاسبه ظرفیت خط

۴) محاسبه زمان اضافی t_{zu}

- این مقدار بر اساس تعداد بلاکها محاسبه می شود. هر قدر تعداد بلاکها بیشتر باشد ظرفیت کاهش می یابد.

$$t_{zu} = a \times 0.25 \text{ [min]}$$

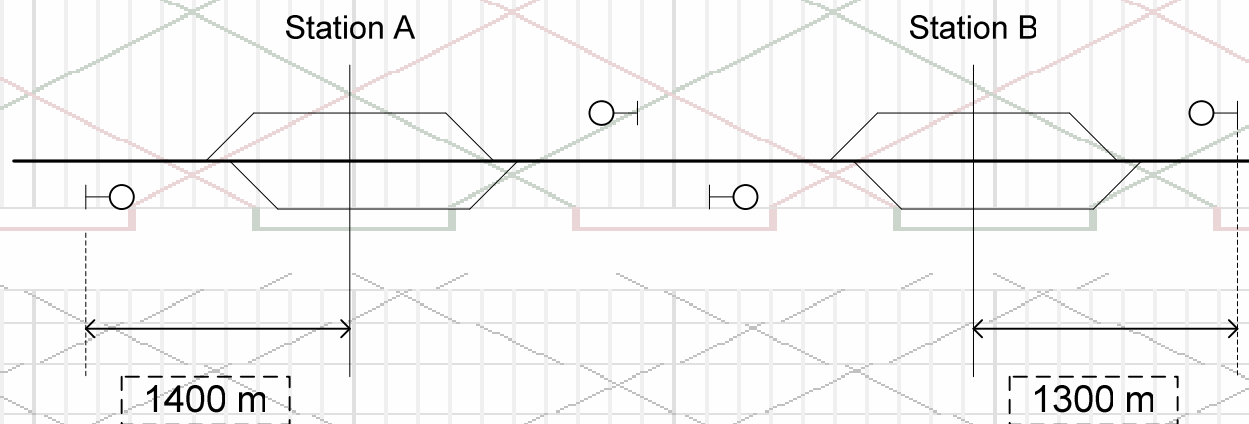
a: تعداد بلاکهای خط

۲- یک مثال:
محاسبه ظرفیت یک بلاک دو طرفه

محاسبه ظرفیت خط

مثال:

- طول خط: $18/5$ کیلومتر
- تعداد بلاک در خط: ۴
- طول بلاک: $6/6$ کیلومتر
- شکل بلاک:



محاسبه ظرفیت خط

- در ادامه جدول برنامه حرکت قطارها ارائه گردیده است: مسیر رفت از A به B با علامت “+” و مسیر برگشت را با علامت “-” نشان داده شده است.
- قطارهایی که از حالت توقف وارد بلاک می شوند با گذاشتن خط زیر زمان سیر آنها نشان داده شده اند.
- تعداد کل: ۷۱ قطار

محاسبه ظرفیت خط

• جدول زمان سیر قطارها برای دوره ۲۴ ساعته

زمان سیر	زمان سیر	زمان سیر	زمان سیر
+ <u>8</u>	+ 8	- <u>10</u>	+ <u>8</u>
+ 9	- <u>8.5</u>	+ <u>8</u>	+ <u>8</u>
- <u>10</u>	- <u>10</u>	+ 8	+ <u>10</u>
- <u>8.5</u>	+ <u>8</u>	- 9	- <u>8</u>
+ <u>7.5</u>	+ <u>10</u>	+ 12	- <u>10</u>
- <u>10</u>	- <u>8.5</u>	- 8	+ <u>8</u>
- <u>10</u>	+ 8	+ 8	- <u>8.5</u>
+ <u>10</u>	+ <u>10</u>	- 14	+ <u>7.5</u>
- <u>10</u>	+ 7	+ 8	- <u>10</u>
- <u>8</u>	- <u>8.5</u>	- 8	- <u>8.5</u>
- <u>14</u>	+ <u>12</u>	+ 7	+ <u>10</u>
- <u>8</u>	- <u>8</u>	- <u>8.5</u>	+ <u>8</u>
+ <u>11</u>	+ <u>10</u>	+ <u>12</u>	- <u>8</u>
+ 8	- <u>10</u>	+ 10	- <u>11</u>
- <u>8</u>	+ <u>8</u>	+ 8	+ <u>10</u>
- <u>8</u>	- <u>7.5</u>	+ <u>8</u>	+ <u>8</u>
+ 16	+ <u>11</u>	- <u>8.5</u>	- <u>7</u>
- <u>8</u>	- <u>8.5</u>	- <u>11</u>	-

محاسبه ظرفیت خط

- فاصله بین نقطه ای که سیگنال هشدار دهنده دیده می شود تا خود سیگنال:

- برای قطارهای با زمان سیر تا ۱۱ دقیقه: ۵۰۰ متر

- برای قطارهای با زمان سیر بیشتر از ۱۱ دقیقه: ۲۰۰ متر

- زمان آزاد ساز بلاک (t_b): 0.5 دقیقه

- زمان دادن مجوز و دریافت آن توسط قطاری که از حالت توقف بخواهد وارد بلاک شود (t_a): 0.4 دقیقه

محاسبه ظرفیت خط

۱- محاسبه میانگین هدوی ها بر اساس جدول زمانبندی:

۱-۱- تعیین تعداد هدوی ها

- بعلت تعداد زیاد انواع زمان سیر قطارها ابتدا چهار برای قطارها تعیین می کنیم:

گروه ها	زمان سیر
9.0 min -	8 min
9.5 - 11.0 min	10 min
11.5 - 13.0 min	12 min
13.5 - min	14 min

محاسبه ظرفیت خط

- در این مرحله در جدول زمان سیر واقعی زمان سیر گروه مربوطه را وارد می کنیم.

زمان زمان سیر واقعی قطارها و زمان سیر در گروه مربوطه

زمان سیر	زمان سیر گروه	زمان سیر	زمان سیر گروه	زمان سیر	زمان سیر گروه	زمان سیر	زمان سیر گروه
+ 8	+ 8	+ 8	+ 8	- 10	- 10	+ 8	+ 8
+ 9	+ 8	- 8.5	- 8	+ 8	+ 8	+ 8	+ 8
- 10	- 10	- 10	- 10	+ 8	+ 8	+ 10	+ 10
- 8.5	- 8	+ 8	+ 8	- 9	- 8	- 8	- 8
+ 7.5	+ 8	+ 10	+ 10	+ 12	+ 12	- 10	- 10
- 10	- 10	- 8.5	- 8	- 8	- 8	+ 8	+ 8
- 10	- 10	+ 8	+ 8	+ 8	+ 8	- 8.5	- 8
+ 10	+ 10	+ 10	+ 10	- 14	- 14	+ 7.5	+ 8
- 10	- 10	+ 7	+ 8	+ 8	+ 8	- 10	- 10
- 8	- 8	- 8.5	- 8	- 8	- 8	- 8.5	- 8
- 14	- 14	+ 12	+ 12	+ 7	+ 8	+ 10	+ 10
- 8	- 8	- 8	- 8	- 8.5	- 8	+ 8	+ 8
+ 11	+ 12	+ 10	+ 10	+ 12	+ 12	- 8	- 8
+ 8	+ 8	- 10	- 10	+ 10	+ 10	- 11	- 12
- 8	- 8	+ 8	+ 8	+ 8	+ 8	+ 10	+ 10
- 8	- 8	- 7.5	- 8	+ 8	+ 8	+ 8	+ 8
+ 16	+ 14	+ 11	+ 12	- 8.5	- 8	- 7	- 8
- 8	- 8	- 8.5	- 8	- 11	- 12		

محاسبه ظرفیت خط

- در این مرحله بر اساس زمان سیر قطارها در گروه ها، ماتریس تعداد هدوی را استخراج می کنیم.
- عدد طرف چپ تعداد هدوی است که قطار بعدی از حالت توقف وارد بلاک شود و عدد سمت راست قطار بعدی بصورت عبوری وارد بلاک شده است.

ماتریس تعداد هدوی ها

		قطار بعدی								
		-14	-12	-10	- 8	+ 8	+10	+12	+14	
قطار قبلی	+14	-	-	-	1/0	-	-	-	-	1
	+12	-	-	-	2/1	0/1	0/1	-	-	5
	+10	-	-	2/0	2/0	2/2	-	-	-	8
	+ 8	1/0	-	3/0	11/0	2/2	0/3	-	-	22
	- 8	1/0	2/0	3/0	1/0	6/0	1/1	5/0	0/1	22
	-10	-	-	1/0	3/0	4/0	0/1	-	-	9
	-12	-	-	-	-	1/0	0/1	-	-	2
	-14	-	-	-	1/0	1/0	-	-	-	2
									71	

۱-۲- محاسبه زمان هدوی ها

- ابتدا باید زمان سیر قطارها را در فاصله بین نقطه ای که سیگنال هشدار دهنده قابل رویت می باشد تا نقطه انتهایی بلاک ($t_{ls(A)}$) را محاسبه کنیم (فقط برای ایستگاه A که قطارها می توانند بصورت عبوری وارد بلاک شوند)
- فاصله $l_{s(A)}$ برابر است با:
 - برای قطارهای با زمان سیر ۸ و ۱۰ : ۱۹۰۰ متر
 - برای قطارهای با زمان سیر ۱۲ و ۱۴ : ۱۶۰۰ متر

محاسبه ظرفیت خط

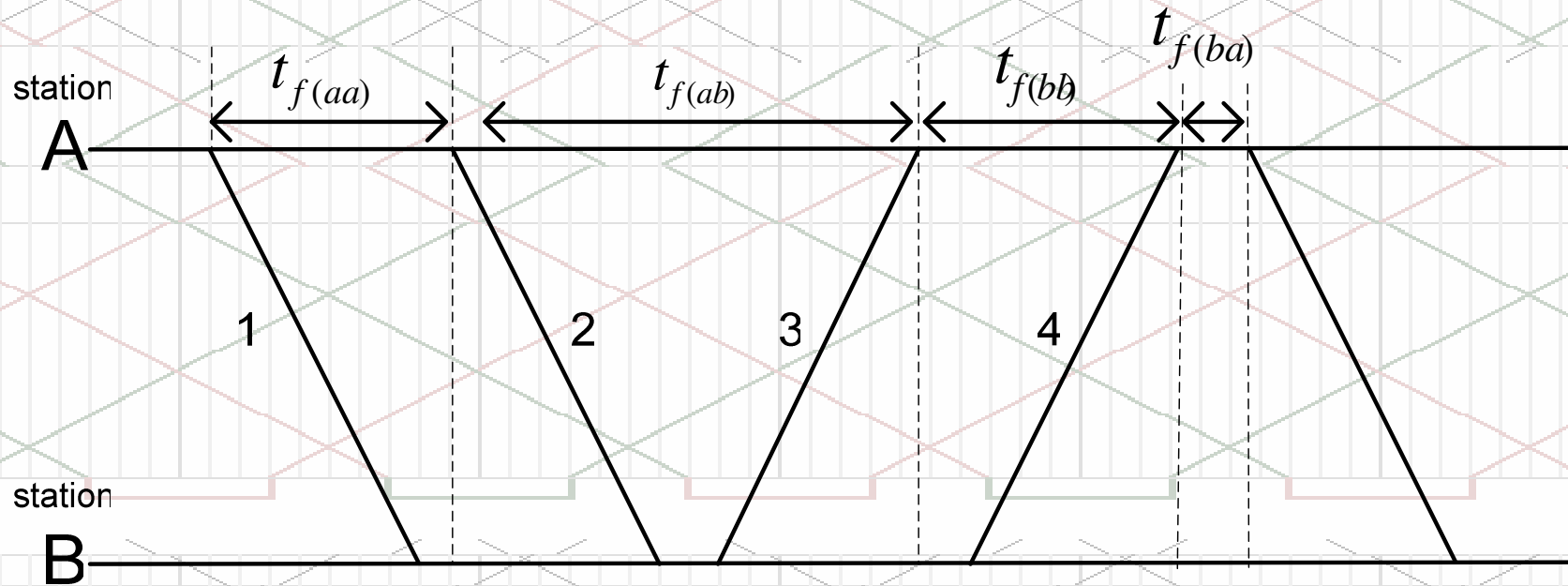
- زمان سیر قطارها را در فاصله $l_{s(A)}$:

t_1	+ 8	+ 10	+ 12	+ 14
$t_{ls(A)}$	2.3	2.9	2.9	3.4

$$t_{l_s} = \frac{t_{l(\overline{AB})}}{l_{(\overline{AB})}} \cdot l_s \quad [min]$$

محاسبه ظرفیت خط

• باید برای چهار نوع هدوی زمانها محاسبه شود:



محاسبه ظرفیت خط

• نوع اول: (رفت-رفت)

$$t_{f(aa)} = t_{l1(\overline{AB})} + t_b + t_a \quad [min]$$

$$t_{f(aa)} = t_{l1(\overline{AB})} + t_b + t_{ls2(A)} \quad [min]$$

ماتریس زمان هدوی ها - $t_{f(aa)}$

		قطار بعدی			
		+ 8	+10	+12	+14
قطار قبلی	+14	-	-	-	-
	+12	- / 14.8	- / 15.4	-	-
	+10	10.9 / 12.8	-	-	-
	+ 8	8.9 / 10.8	- / 11.4	-	-

محاسبه ظرفیت خط

• نوع دوم: (رفت-برگشت)

$$t_{f(ab)} = t_{l1(\overline{AB})} + t_b + t_a + t_{l2(\overline{BA})} \quad [min]$$

ماتریس زمان هدوی ها - $t_{f(ab)}$

		قطار بعدی			
		-14	-12	-10	- 8
قطار قبلی	+14	-	-	-	22.9
	+12	-	-	-	20.9
	+10	-	-	20.9	18.9
	+ 8	22.9	-	18.9	16.9

محاسبه ظرفیت خط

• نوع سوم: (برگشت-برگشت)

$$t_{f(bb)} = t_b + t_a + t_{12(\overline{BA})} \quad [min]$$

ماتریس زمان هدوی ها - $t_{f(bb)}$

		قطار بعدی			
		-14	-12	-10	-8
قطار قبلی	-8	14.9	12.9	10.9	8.9
	-10	-	-	10.9	8.9
	-12	-	-	-	-
	-14	-	-	-	8.9

محاسبه ظرفیت خط

نوع چهارم: (برگشت-رفت)

$$t_{f(ba)} = t_b + t_a \text{ [min]}$$

$$t_{f(ba)} = t_b + t_{ls2(A)} \text{ [min]}$$

ماتریس زمان هدوی ها - $t_{f(ba)}$

		قطار بعدی			
		+ 8	+10	+12	+14
قطار قبلی	- 8	0.9 / 2.8	0.9 / 3.4	0.9 / -	- / 3.9
	-10	0.9 / -	- / 3.4	-	-
	-12	0.9 / -	- / 3.4	-	-
	-14	0.9 / -	-	-	-

محاسبه ظرفیت خط

ماتریس زمان هدوی ها

		قطار بعدی							
		-14	-12	-10	- 8	+ 8	+10	+12	+14
قطار قبلی	+14	-	-	-	22.9	-	-	-	-
	+12	-	-	-	20.9	- / 14.8	- / 15.4	-	-
	+10	-	-	20.9	18.9	10.9 / 12.8	-	-	-
	+ 8	22.9	-	18.9	16.9	8.9 / 10.8	- / 11.4	-	-
	- 8	14.9	12.9	10.9	8.9	0.9 / 2.8	0.9 / 3.4	0.9 / -	- / 3.9
	-10	-	-	10.9	8.9	0.9 / -	- / 3.4	-	-
	-12	-	-	-	-	0.9 / -	- / 3.4	-	-
	-14	-	-	-	8.9	0.9 / -	-	-	-

محاسبه ظرفیت خط

ماتریس زمان هدوی ها X تعداد هدوی ها

		قطار بعدی							
		-14	-12	-10	- 8	+ 8	+10	+12	+14
قطار قبلی	+14	-	-	-	22.9	-	-	-	-
	+12	-	-	-	62.7	- / 14.8	- / 15.4	-	-
	+10	-	-	41.8	37.8	21.8 / 25.6	-	-	-
	+ 8	22.9	-	56.7	185.9	17.8 / 21.8	- / 34.2	-	-
	- 8	14.9	25.8	32.7	8.9	3.4 / 2.8	0.9 / 3.4	4.5 / -	- / 3.9
	-10	-	-	10.9	36.7	3.6 / -	- / 3.4	-	-
	-12	-	-	-	-	0.9 / -	- / 3.4	-	-
	-14	-	-	-	8.9	0.9 / -	-	-	-

جمع: 744 دقیقه

محاسبه ظرفیت خط

• محاسبه میانگین هدوی ها:

$$t_{fm} = \frac{\sum (n_{ij(aa)} \cdot t_{fij(aa)}) + \sum (n_{ij(ab)} \cdot t_{fij(ab)}) + \sum (n_{ij(bb)} \cdot t_{fij(bb)}) + \sum (n_{ij(ba)} \cdot t_{fij(ba)})}{\sum n_{ij}} [min/train]$$

$$t_{fm} = \frac{744}{71} = 10.48 [min/train]$$

محاسبه ظرفیت خط

۲- محاسبه میانگین زمان هدوی ها بدون وجود برنامه حرکت برای قطارها:

- در این حالت ما فقط تعداد قطارها از هر یک از گروهها را داریم و ترتیب و توالی قطارها را نداریم.

t_1	- 14	- 12	- 10	- 8	+ 8	+ 10	+ 12	+ 14	min
n	2	2	9	22	22	8	5	1	trains

محاسبه ظرفیت خط

- روش محاسبه میانگین زمان هدوی ها:

$$t_{fm} = \frac{\sum n_i \cdot n_j \cdot t_{fij}}{\sum n_i \cdot n_j} [min]$$

- برای اینکار ابتدا باید زمان هدوی بین کلیه قطارها را حساب کنیم. برای محاسبه هدوی ها فرض می کنیم کلیه قطارها از حالت توقف وارد بلاک می شوند.

محاسبه ظرفیت خط

ماتریس زمان هدوی ها

		قطار بعدی							
		-14	-12	-10	- 8	+ 8	+10	+12	+14
قطار قبلی	+14	28.9	26.9	24.9	22.9	14.9	14.9	14.9	14.9
	+12	26.9	24.9	22.9	20.9	12.9	12.9	12.9	12.9
	+10	24.9	22.9	20.9	18.9	10.9	10.9	10.9	10.9
	+ 8	22.9	20.9	18.9	16.9	8.9	8.9	8.9	8.9
	- 8	14.9	12.9	10.9	6.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	-10	14.9	12.9	10.9	8.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	-12	14.9	12.9	10.9	8.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	-14	14.9	12.9	10.9	8.9	0.9	0.9	0.9	0.9

محاسبه ظرفیت خط

جدول محاسبات

n_1	n_2	t_{fi}	$n_1 \cdot n_2 \cdot t_{fi}$	n_1	n_2	t_{fi}	$n_1 \cdot n_2 \cdot t_{fi}$
1	2	28.9	57.8	22	2	14.9	655.6
1	2	26.9	53.8	22	2	12.9	567.6
1	9	24.9	224.1	22	9	10.9	2158.2
1	22	22.9	503.8	22	22	8.9	4307.6
1	22	14.9	327.8	22	22	0.9	415.6
1	8	14.9	119.2	22	8	0.9	158.4
1	5	14.9	74.5	22	5	0.9	99.0
1	1	14.9	14.9	22	1	0.9	19.8
5	2	26.9	269.0	9	2	14.9	258.2
5	2	24.9	249.0	9	2	12.9	232.2
5	9	22.9	1030.5	9	9	10.9	882.9
5	22	20.9	2299.0	9	22	8.9	1762.2
5	22	12.9	1419.0	9	22	0.9	178.2
5	8	12.9	516.0	9	8	0.9	64.5
5	5	12.9	322.5	9	5	0.9	40.5
5	1	12.9	64.5	9	1	0.9	8.1
8	2	24.9	398.4	2	2	14.9	59.6
8	2	22.9	366.4	2	2	12.9	51.6
8	9	20.9	1504.8	2	9	10.9	196.2
8	22	18.9	3326.4	2	22	8.9	391.6
8	22	10.9	1918.4	2	22	0.9	39.6
8	8	10.9	697.6	2	8	0.9	14.4
8	5	10.9	436.0	2	5	0.9	9.0
8	1	10.9	87.2	2	1	0.9	1.8
22	2	22.9	1007.6	2	2	14.9	59.6
22	2	20.9	919.6	2	2	12.9	51.6
22	9	18.9	3542.2	2	9	10.9	196.2
22	22	16.9	3179.6	2	22	8.9	391.6
22	22	8.9	4307.6	2	22	0.9	39.6
22	8	8.9	1566.4	2	8	0.9	14.4
22	5	8.9	979.0	2	5	0.9	9.0
22	1	8.9	195.8	2	1	0.9	1.8
$\Sigma = 50544.9$							

محاسبه ظرفیت خط

• محاسبه میانگین زمان هدوی ها:

$$t_{fm} = \frac{50544.9}{5036} = 10.04 \text{ [min]}$$

محاسبه ظرفیت خط

۳- محاسبه ظرفیت با وجود برنامه زمانبندی

- برای یک دوره روزانه:

$$t_r = 0.67t_{fm} \text{ [min]}$$

$$t_r = 0.67 \times 10.48 = 7.02 \text{ min/train}$$

$$t_{zu} = a \times 0.25 \text{ [min]}$$

$$t_{zu} = 4 \times 0.25 = 1.0 \text{ [min]}$$

$$L = \frac{T}{t_{fm} + t_r + t_{zu}} \text{ [trains/day]}$$

$$L = \frac{1440}{10.48 + 7.02 + 1.0} = \frac{1440}{18.50} = 77.84 \approx 78 \text{ [trains/day]}$$

محاسبه ظرفیت خط

• برای یک دوره یکساعته:

$$t_r = 0.33 \times 10.48 = 3.46 \text{ min/train}$$

$$L = \frac{60}{10.48 + 3.46 + 1.0} = \frac{60}{14.94} = 4.02 \approx 4 \text{ [trains/hour]}$$

محاسبه ظرفیت خط

۴- محاسبه ظرفیت بدون وجود برنامه حرکت برای قطارها:

- برای یک دوره روزانه و ساعته:

$$t_r = 0.67 \times 10.04 = 6.73 \text{ min/train}$$

$$L = \frac{1440}{10.04 + 6.73 + 1.0} = \frac{1440}{17.77} = 81.03 \approx 81 \text{ trains/day}$$

$$t_r = 0.33 \times 10.04 = 3.31 \text{ min / train}$$

$$L = \frac{60}{10.04 + 3.31 + 1.0} = \frac{60}{14.35} = 4.18 \approx 4 \text{ trains/hour}$$