

تجزیه و تحلیل ظرفیت ایستگاهها

مدرس: دکتر مسعود یقینی

ظرفیت ایستگاه

- ظرفیت راه آهن براساس عامل محدود کننده ظرفیت عوامل مختلف نظیر خط، ایستگاه، لکوموتیو، واگن و یا نیروی انسانی تعیین می شود.

- ظرفیت ایستگاه شامل:

- **ظرفیت خطوط قبول و اعزام:** تعداد قطاری که ایستگاه می تواند در یک دوره زمانی مشخص قبول و اعزام کند

- **ظرفیت سوئیچ ها:** تعداد قطاری که امکان عبور آنها از سوئیچ های ایستگاه در یک دوره زمانی مشخص وجود دارد.

- **ظرفیت خطوط گروه بندی واگنها:** حداکثر تعداد واگنی که امکان گروه بندی و نگهداری آنها در خطوط گروه بندی واگنها وجود داشته باشد.

ظرفیت ایستگاه

عواملی که بر روی ظرفیت ایستگاه تأثیر می گذارند

- Layout ایستگاه
- تعداد و طول خطوط ایستگاه
- نوع سیستم سیگنالینگ
- برنامه ریزی حرکت قطارها

۱- محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

روش های محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام

- روش محاسبه بر اساس نرخ بهره برداری
- روش محاسبه بر اساس میانگین زمان اشغال

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

روش محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها بر اساس نرخ بهره برداری:

- در این روش ابتدا بایستی نرخ بهره برداری (Utilization Rate) را محاسبه کنیم.

$$k = \frac{\sum n_i . t_i}{T . m}$$

k : نرخ بهره برداری

n_i : تعداد از نوع قطار i ام

t_i : زمان اشغال بودن خطوط قبول و اعزام در یک روز بوسیله قطار i ام (دقیقه)

T : دوره زمانی مرجع (دقیقه)، ۱۴۴۰ برای یکروز

m : تعداد خطوط قبول و اعزام

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

ظرفیت روزانه ایستگاه:

$$N = \frac{\sum n_i}{k} \text{ [trains]}$$

N: ظرفیت خطوط قبول و اعزام (تعداد قطار)

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

روش محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها براساس میانگین زمان اشغال:

$$N = \frac{T \cdot m}{t_a} \text{ [trains]}$$

N : ظرفیت خطوط قبول و اعزام (تعداد قطار)

T : دوره زمانی مرجع (دقیقه)، ۱۴۴۰ برای یکروز

m : تعداد خطوط قبول و اعزام

t_a : میانگین زمان اشغال توسط قطارها (دقیقه)

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

محاسبه میانگین زمان اشغال:

$$t_a = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{\sum n_i} \quad [min]$$

n_i : تعداد از نوع قطار i ام

t_i : زمان اشغال بودن خطوط قبول و اعزام بوسیله قطار i ام (دقیقه)

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

روش محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها براساس میانگین زمان اشغال – با اضافه کردن زمان حائل:

$$N = \frac{T.m}{t_a + t_r} \text{ [trains]}$$

N : ظرفیت خطوط قبول و اعزام (تعداد قطار)
 T : دوره زمانی مرجع (دقیقه)، ۱۴۴۰ برای یکروز
 m : تعداد خطوط قبول و اعزام
 t_a : میانگین زمان اشغال توسط قطارها (دقیقه)
 t_r : زمان حائل (دقیقه)

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

زمان حائل t_r :

- هر قدر این زمان حائل بزرگتر گرفته شود، ظرفیت محاسبه شده کوچکتر می شود و زمانهای تاخیرات کمتر می شود.

- در صورت اشغال بودن ۷۰٪ زمان بلاکها مقدار t_r :

$$t_a = 0.7T, t_r = 0.3T$$

$$t_r = xt_a$$

$$0.3T = x(0.7T)$$

$$t_r = \frac{0.3}{0.7} t_a$$

$$t_r = 0.43t_a \text{ [min]}$$

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

روش محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها براساس میانگین زمان اشغال – با زمان حائل – و با فرض ثابت بودن تعداد برخی از قطارها:

$$N = \frac{T.m - (t_f + t_e)}{t_a + t_r} + n_f \text{ [trains]}$$

N : ظرفیت خطوط قبول و اعزام (تعداد قطار)

T : دوره زمانی مرجع (دقیقه)، ۱۴۴۰ برای یکروز

m : تعداد خطوط قبول و اعزام

t_a : میانگین زمان اشغال توسط قطارهای غیر ثابت (دقیقه)

t_r : زمان حائل (دقیقه)

t_f : مدت زمان اشغال بودن خطوط قبول و اعزام در یک روز توسط قطارهای ثابت (دقیقه)

t_e : زمان حائل برای قطارهای ثابت (دقیقه)

n_f : تعداد قطارهای ثابت

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

زمان حائل t_e برای قطارهای ثابت:

- در صورت اشغال بودن ۷۰٪ زمان بلاکها مقدار t_r :

$$t_e = r.t_f$$

$$t_e = 0.43t_f \text{ [min]}$$

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

مفروضات این روش:

- در این روش فرض بر این است که تعداد قطارهای غیر ثابت با همین ترکیب اضافه می گردد.
- اگر خطوطی که مخصوص اعزام و قبول هستند در دو محوطه قبول و اعزام جداگانه باشد ظرفیت را باید جداگانه محاسبه کرد.
- این روش به نوع قطارهای در دست بهره برداری بستگی دارد و اگر ترکیب قطارها عوض شود، ظرفیت هم تغییر می کند.
- معمولاً این مقدار ظرفیت اسمی است و در عمل نمی تواند اتفاق بیافتد، برای محاسبه دقیق تر بایستی یک ضریبی در محاسبه نرخ بهره برداری اعمال کنیم.

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

مثال: در یک ایستگاه ۵ خط قبول و اعزام وجود دارد.

- تعداد قطارها و مدت زمانی که خطوط قبول و اعزام را اشغال می کند بشرح زیر است:

نوع قطار	تعداد	مدت زمان اشغال خطوط (دقیقه)
عبوری	۸	۹۴ (قبول، بازدید، اعزام)
ورودی برای تفکیک	۱۵	۷۵ (قبول، تفکیک)
تشکیل و اعزام	۱۵	۱۰۱ (تشکیل و اعزام)
قطارهای مسافری	۴	۱۰۸

• ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها را در این ایستگاه محاسبه کنید.

— محاسبه ظرفیت مطلق از روش نرخ بهره برداری و میانگین زمان اشغالی

— با در نظر گرفتن زمان حائل با اشغالی ۷۰ درصد

— با فرض ثابت بودن تعداد قطارهای مسافری

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها براساس نرخ بهره برداری:

$$k = \frac{\sum n_i . t_i}{T . m}$$

$$k = \frac{(8 \times 94) + (15 \times 75) + (15 \times 101) + (4 \times 108)}{1440 \times 5} = 0.53$$

$$N = \frac{\sum n_i}{k} \text{ [trains]}$$

$$N = \frac{42}{0.53} = 79$$

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

• ظرفیت به تفکیک نوع قطارها:

نوع قطار	فعلی	ظرفیت	مدت اشغال	مجموع
عبوری	۸	$۸ \div ۰/۵۳ = ۱۵$	۹۴	۱۴۱۰
ورودی برای تفکیک	۱۵	$۱۵ \div ۰/۵۳ = ۲۸$	۷۵	۲۱۰۰
تشکیل و اعزام	۱۵	$۱۵ \div ۰/۵۳ = ۲۸$	۱۰۱	۲۸۲۸
مسافری	۴	$۴ \div ۰/۵۳ = ۸$	۱۰۸	۸۶۴
جمع کل	۴۲	۷۹	---	۷۲۰۲

$$۱۴۴۰ \times ۵ = ۷۲۰۰ \text{ زمان در دسترس}$$

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها براساس میانگین زمان اشغال:

$$t_a = \frac{(8 \times 94) + (15 \times 75) + (15 \times 101) + (4 \times 108)}{(8 + 15 + 15 + 4)} = 91.05$$

$$N = \frac{1440 \times 5}{91.05} = 79$$

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

ظرفیت به تفکیک نوع قطارها:

ظرفیت	درصد	فعلی	نوع قطار
۱۵	۰/۱۹	۸	عبوری
۲۸	۰/۳۶	۱۵	ورودی برای تفکیک
۲۸	۰/۳۶	۱۵	تشکیل و اعزام
۸	۰/۰۹	۴	مسافری
۷۹	۱/۰۰	۴۲	جمع کل

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها براساس میانگین زمان اشغال - با اضافه کردن زمان حائل:

$$t_a = \frac{(8 \times 94) + (15 \times 75) + (15 \times 101) + (4 \times 108)}{(8 + 15 + 15 + 4)} = 91.05$$

$$t_r = 0.43 \times 91.05 = 39.15$$

$$N = \frac{1440 \times 5}{91.05 + 39.15} = 55$$

محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها براساس میانگین زمان اشغال - با زمان حائل - و با فرض ثابت بودن تعداد برخی از قطارها:

$$t_a = \frac{(8 \times 94) + (15 \times 75) + (15 \times 101)}{(8 + 15 + 15)} = 89.26$$

$$t_r = 0.43 \times 91.05 = 39.15$$

$$t_f = 4 \times 108 = 432$$

$$t_e = 0.43 \times 432 = 185.76$$

$$N = \frac{1440 \times 5 - (432 + 185.76)}{89.26 + 39.15} + 4 = 55$$

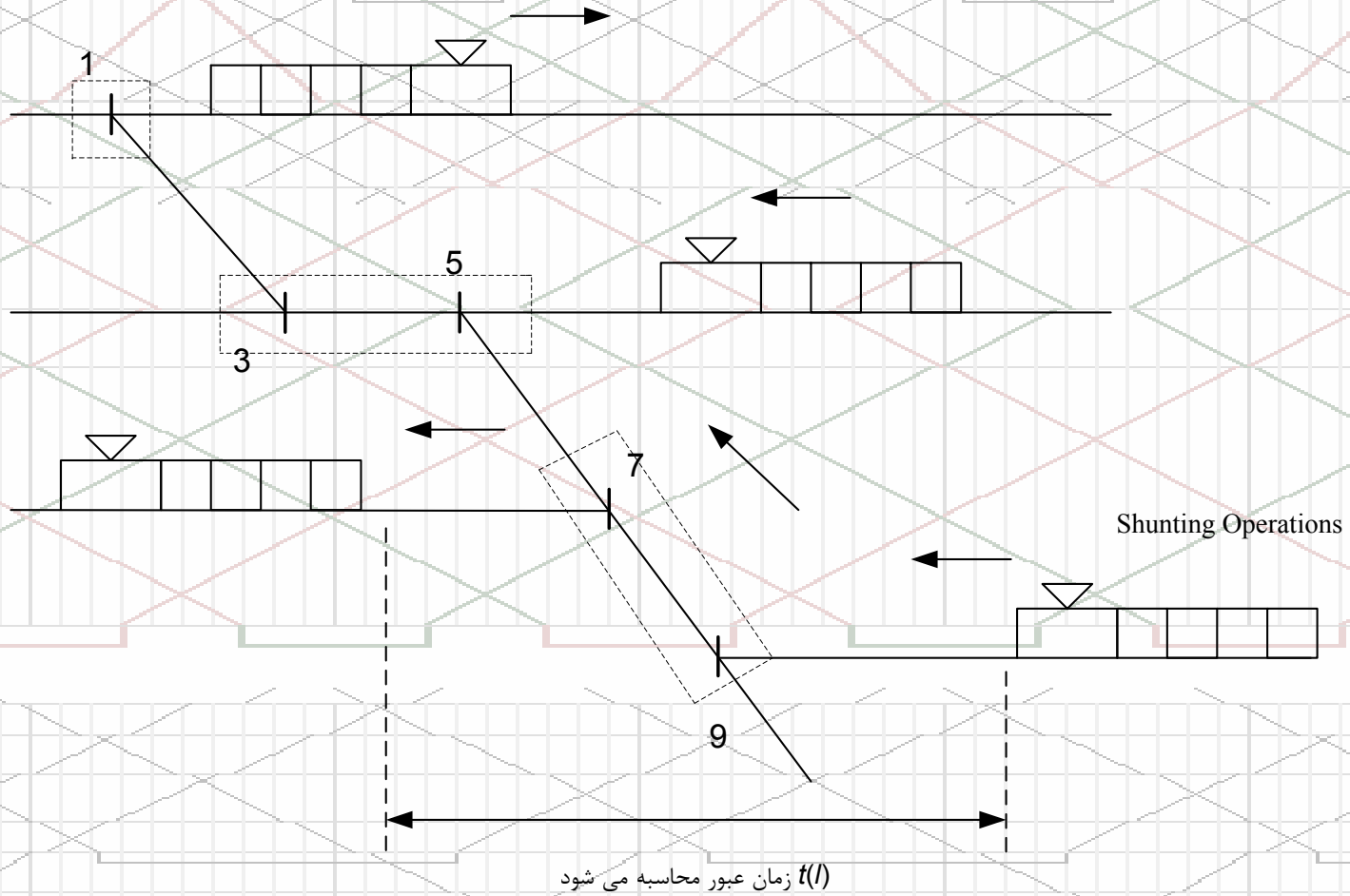
۲- محاسبه ظرفیت ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

- منظور از ظرفیت سوئیچ یعنی تعداد قطاری که امکان عبور آنها از سوئیچ های ایستگاه وجود دارد.
- برای محاسبه ظرفیت سوئیچ ابتدا باید سوئیچ های یک ایستگاه را گروه بندی کرد.
- سوئیچ هایی که نمی تواند هم زمان اشغال شوند در یک گروه قرار می گیرند.
- گروه بندی براساس مسیر حرکت قطارها و لکوموتیوها تعیین می شود.
- یک سوئیچ در دو گروه قرار نمی گیرد.

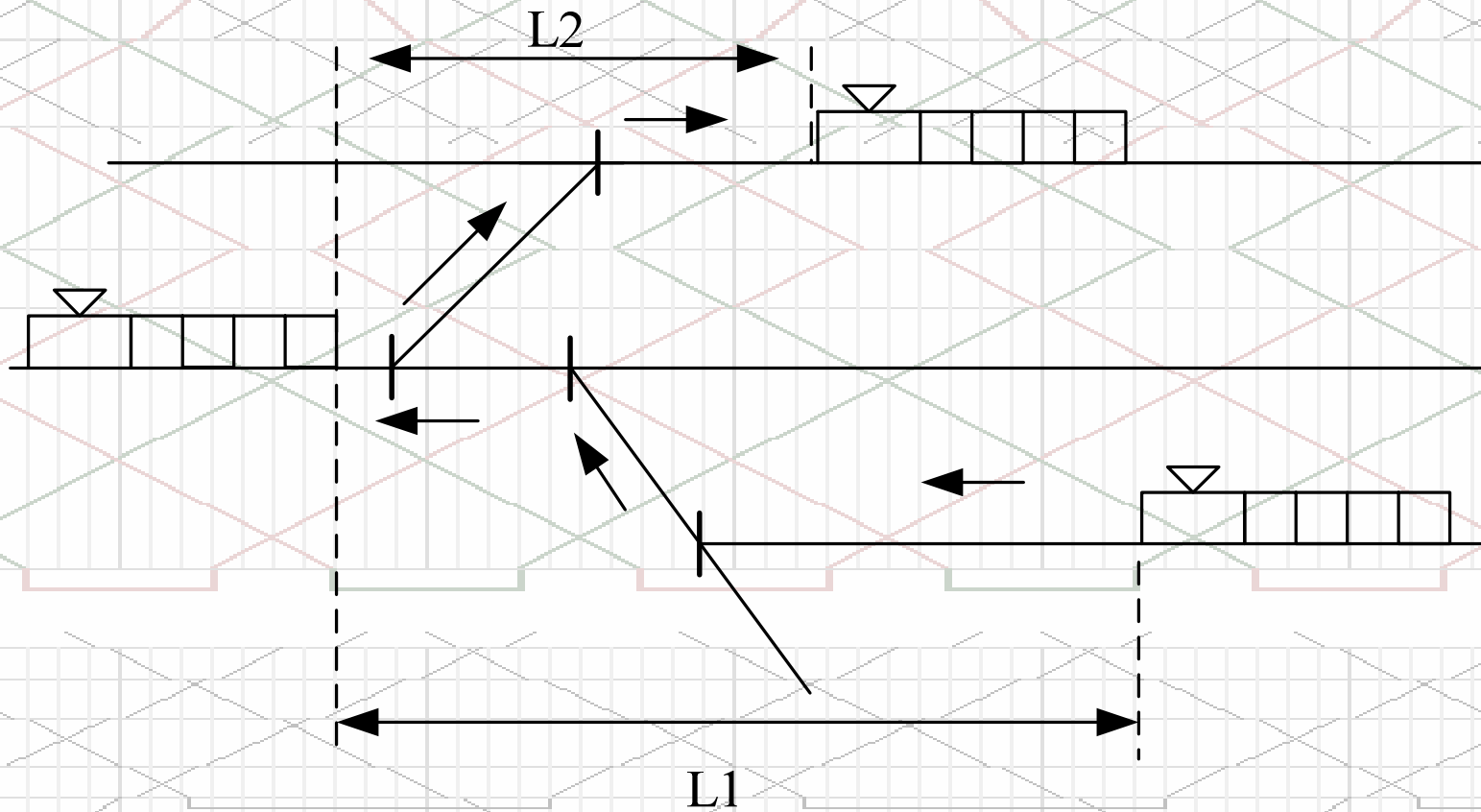
ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

مثال ۱: عملیات مانور



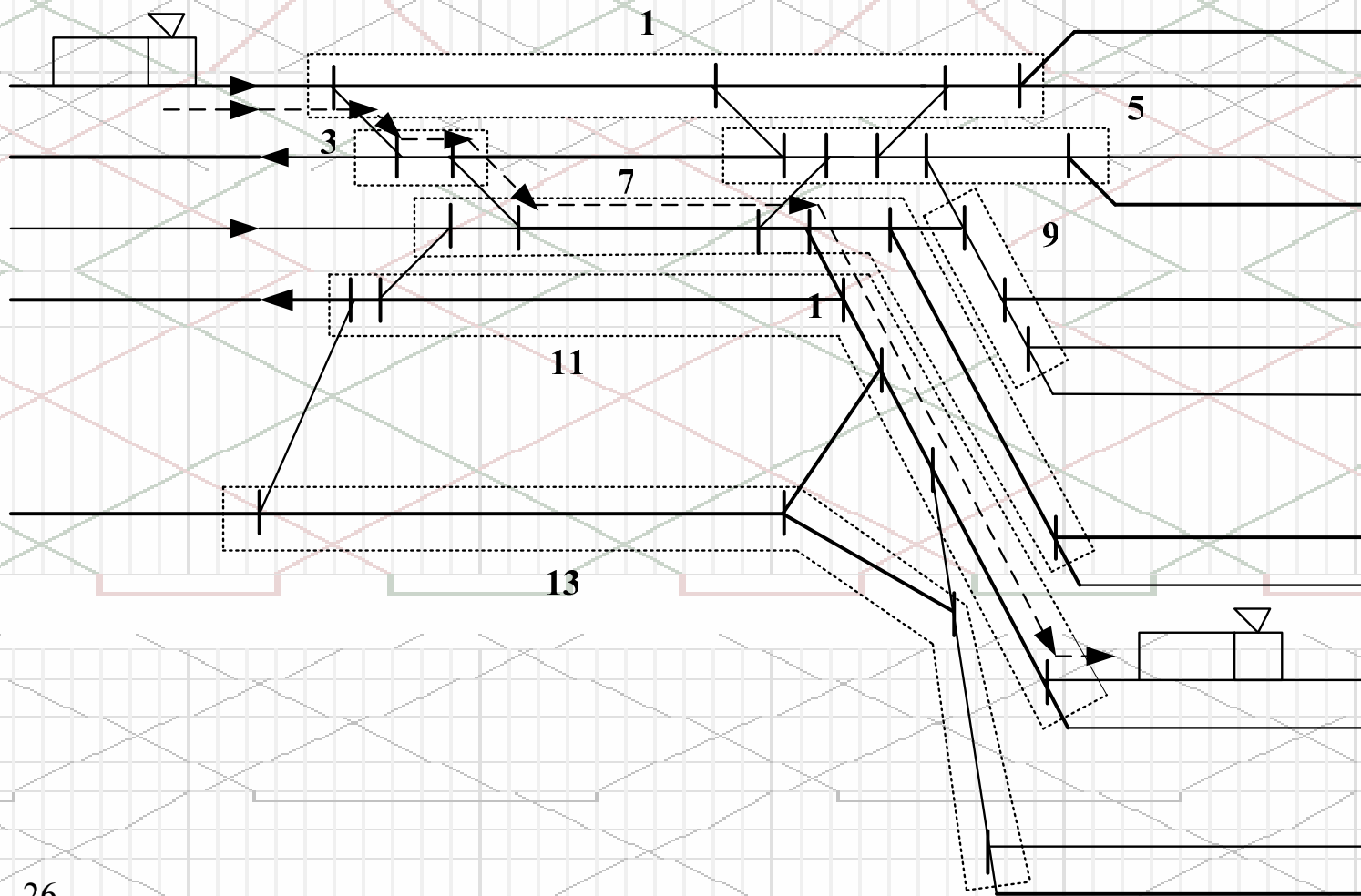
ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

• مثال ۲: تغییر خط



ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

• مثال ۳: مانور و تغییر خط:



ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

محاسبه ظرفیت یک گروه از سوئیچ ها:

$$N = \frac{T}{t_a + t_r} \text{ [trains]}$$

$$t_a = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{\sum n_i} \text{ [min]}$$

N : ظرفیت سوئیچ های ایستگاه (تعداد قطار)

T : دوره زمانی مرجع (دقیقه)، ۱۴۴۰ برای یکروز

t_a : میانگین زمان اشغالی سوپیچ ها توسط قطارها (دقیقه)

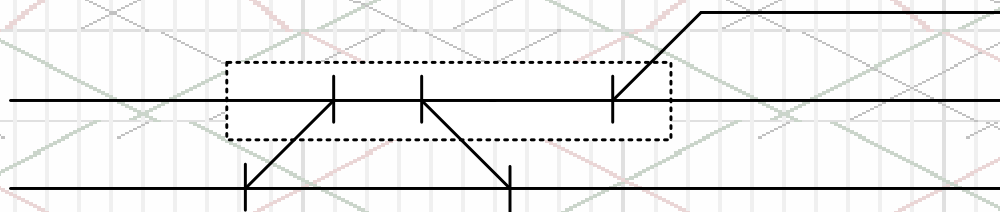
t_r : زمان حائل (دقیقه)

n_i : تعداد از نوع قطار i ام

t_i : زمان اشغال بودن سوئیچ ها بوسیله قطار نوع i ام (دقیقه)

ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

- مثال: یک گروه از سوئیچ های یک ایستگاه دارای سه سوئیچ بصورت زیر است:



- زمان اشغالی سوئیچ ها برای عملیات قطارهای مختلف بشرح زیر است:

جمع زمان (دقیقه)	زمان عملیات (دقیقه)	تعداد	عملیات
۱۴۰	۷	۲۰	قطارهای باری وارده به ایستگاه
۱۲۰	۶	۲۰	قطارهای باری اعزامی از ایستگاه
۲۴۰	۱۰	۲۴	
۵۰۰	جمع	۶۴	

ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

- زمان اشغالی سوئیچ ها را ۷۰ درصد در نظر بگیرید.
- جمعاً تا چند قطار می توانند از این ایستگاه استفاده کند؟

ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

محاسبه ظرفیت یک گروه از سوئیچ ها:

$$t_a = \frac{500}{64} = 7.81 \text{ [min]}$$

$$t_a = 0.43 \cdot 7.81 = 3.36 \text{ [min]}$$

$$N = \frac{1440}{7.81 + 3.36} = 128 \text{ [trains]}$$

تجزیه و تحلیل ظرفیت ایستگاهها