

# DESEMPENHO OPERACIONAL – HEADWAY – EM REGIÕES DE MANOBRA, DE ACORDO COM O TRAÇADO DE VIA

Carlos Alberto de Freitas Timoteo – Metrô SP

Rubens Navas Borloni – Metrô SP

Willian Yoshio Suzaki – SMZ Automação e Controle



- 
- Objetivo
  - Estudo de Casos
  - Premissas
  - Conceitos
  - Configurações Típicas de Regiões Terminais
  - Resultados das Simulações
  - Considerações Finais



## Objetivo

---

Verificar o desempenho operacional de um sistema metro-ferroviário, considerando Aparelhos de Mudança de Via - AMV curtos (AMV 190 – 1:9) e longos (AMV 500 – 1:12 ou 1:14) e manobras de trens à frente e atrás de uma estação.



## Cenário Atual Metrô-SP

Terminais de Manobra Utilizando AMV 500 1:14 – Sistema de Sinalização Bloco Fixo



**Essa premissa continua valendo para os Sistemas de Sinalização em Bloco Móvel(CBTC)?**



---

# Estudo de Casos utilizando Simulador Cinemático



## Premissas

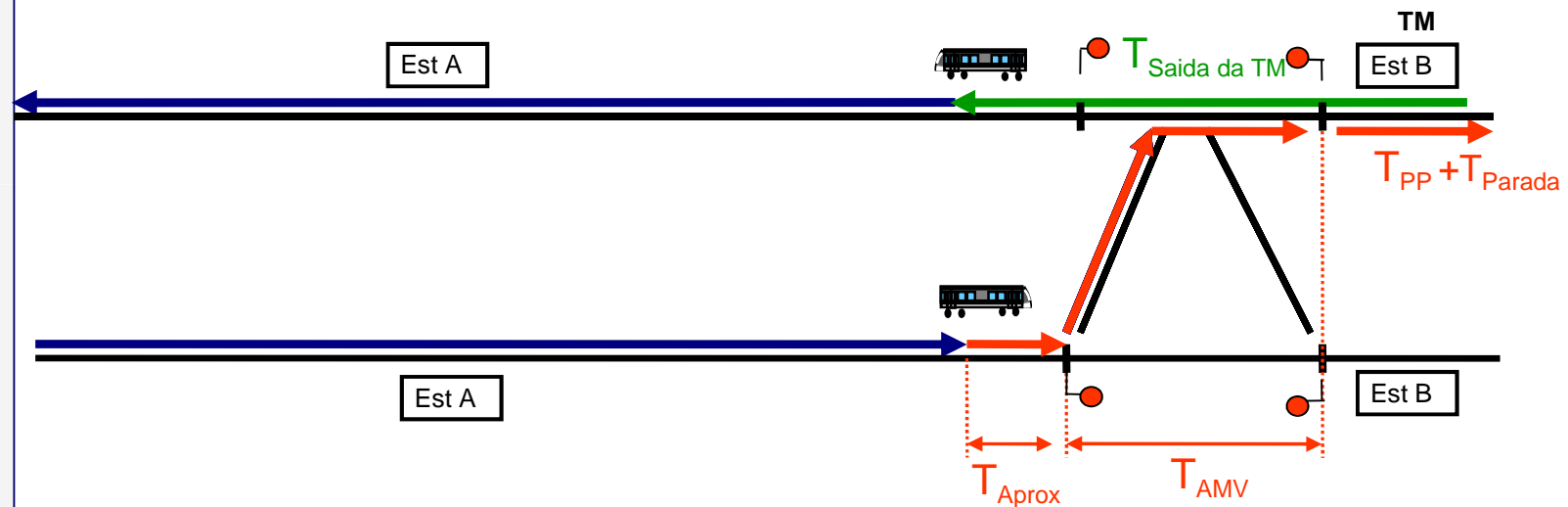
---

- Dimensão do Trem – 130 metros
- Taxa de Aceleração Máxima – 1,12 m/s<sup>2</sup>
- Taxa de Frenagem Máxima de Serviço – 1,2 m/s<sup>2</sup>
- Tempo de Frenagem de Parada na Estação (PP) – 0,75 m/s<sup>2</sup>
- Tempo de Parada nas estações – 30 segundos
- Tempo de Reversão na Terminal de Manobra TM – 10 segundos
- Tamanho da Plataforma – 136 metros
- Tempo de Alinhamento de Rota – 7 segundos
- Sistema de Sinalização CBTC



# Conceitos

## Tempo de Manobra à frente da estação



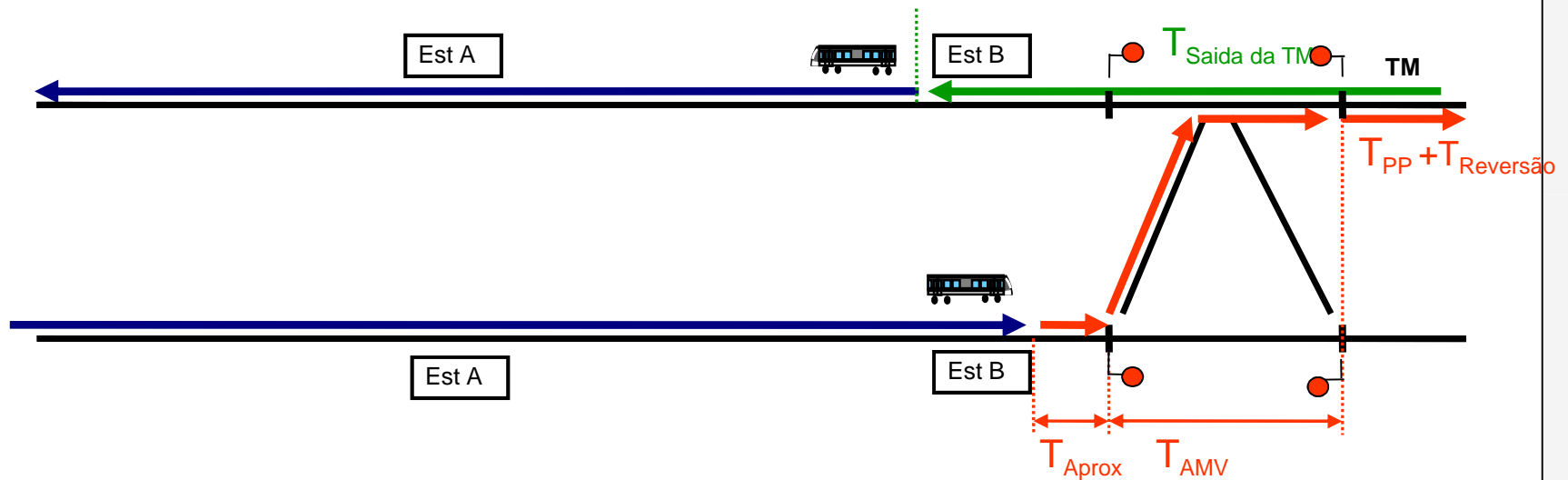
$$\text{Tempo de Manobra} = T_{Aprox} + T_{AMV} + T_{PP} + T_{Parada} + T_{Saida TM}$$

TM – Terminal de Manobra = Plataforma



# Conceitos

## Tempo de Manobra atrás da estação



$$\text{Tempo de Manobra} = T_{Aprox} + T_{AMV} + T_{PP} + T_{Reversão} + T_{Saida TM}$$

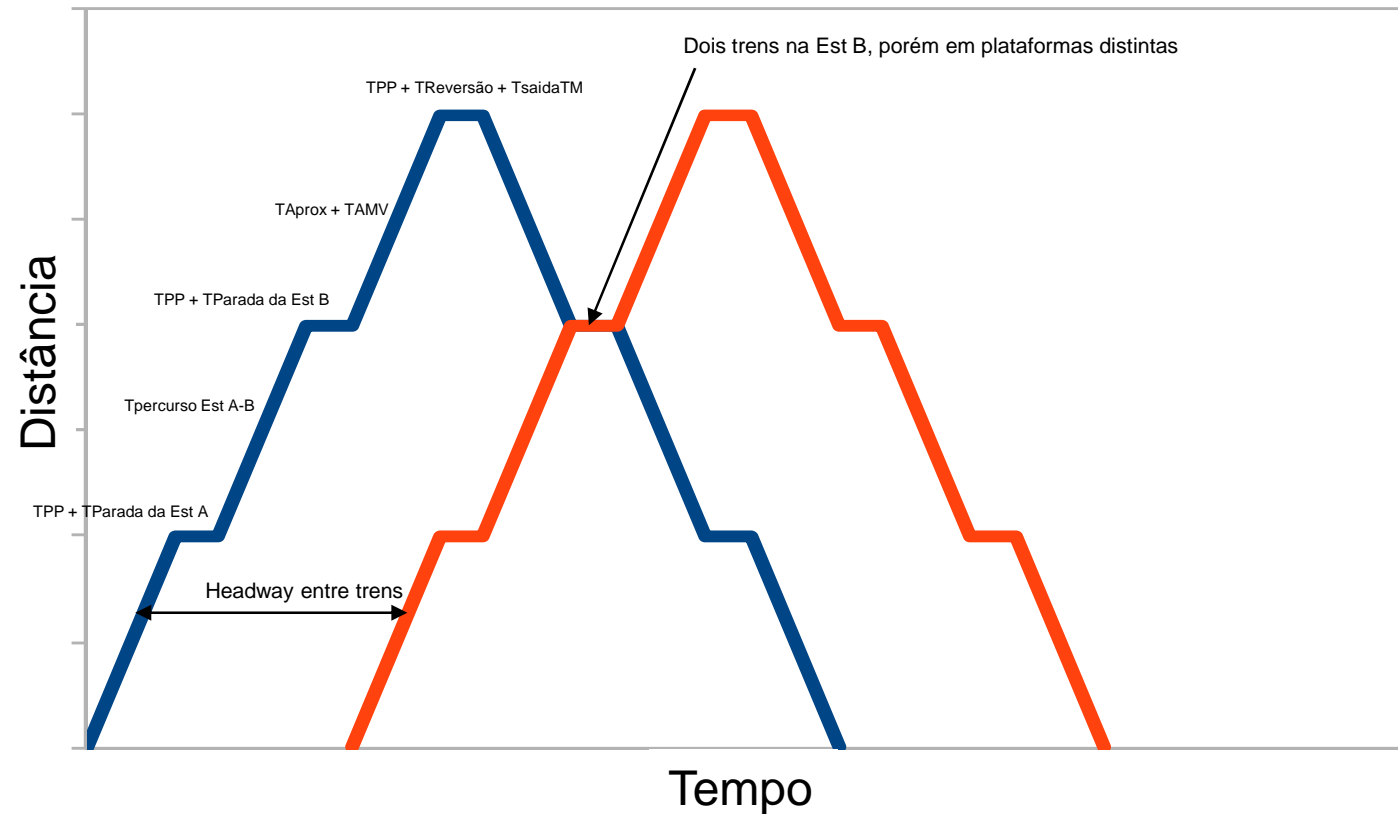
TM – Terminal de Manobra





# Conceitos

## Gráfico - Headway entre dois trens



## Principais Fatores que Influenciam o Headway

- Extensão da Plataforma / Trem
- Tempo de Aproximação / Tempo de alinhamento de rota
- Tempo de Parada na Plataforma / Tempo de Reversão de Cabine
- Tempo de Desocupação da Plataforma / TM
- Taxas de Aceleração e Frenagem do Trem
- **Velocidade de passagem sobre os AMVs**
- **Extensão dos AMVs**
- **Distância entre a região de AMVs e a Plataforma**
- **Configuração das Terminais de Manobra (Vias de Manobra)**



# Objetos do Estudo

---

## Tipos de AMVs utilizados no estudo

- AMVs com Raio de 190 m (1:9) - velocidade máxima 40 km/h
- AMVs com Raio de 500 m (1:12 ou 1:14) - velocidade máxima 62 km/h

## Extensão das regiões de AMVs

- AMVs com Raio de 190 m (1:9) - Universal - 100 metros
- AMVs com Raio de 500 m (1:12 ou 1:14) - Universal - 200 metros

## Configurações das regiões de AMVs

- Universal na configuração “A”
- Universal na configuração “V”
- Utilizando Terceira via para manobra



## Objetos do Estudo

---

### Distância do AMV mais próximo à Plataforma

AMVs com Raio de 190 m (1:9) - 30 metros

AMVs com Raio de 500 m (1:12 ou 1:14) - 30 metros



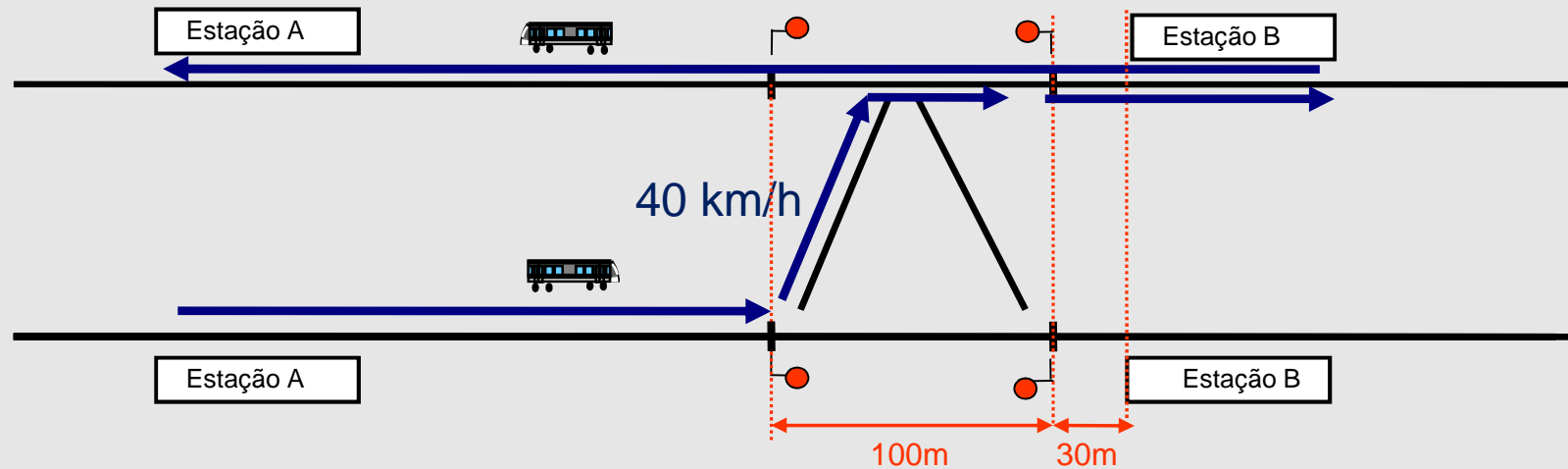
---

## Configurações Típicas de Regiões de Manobra

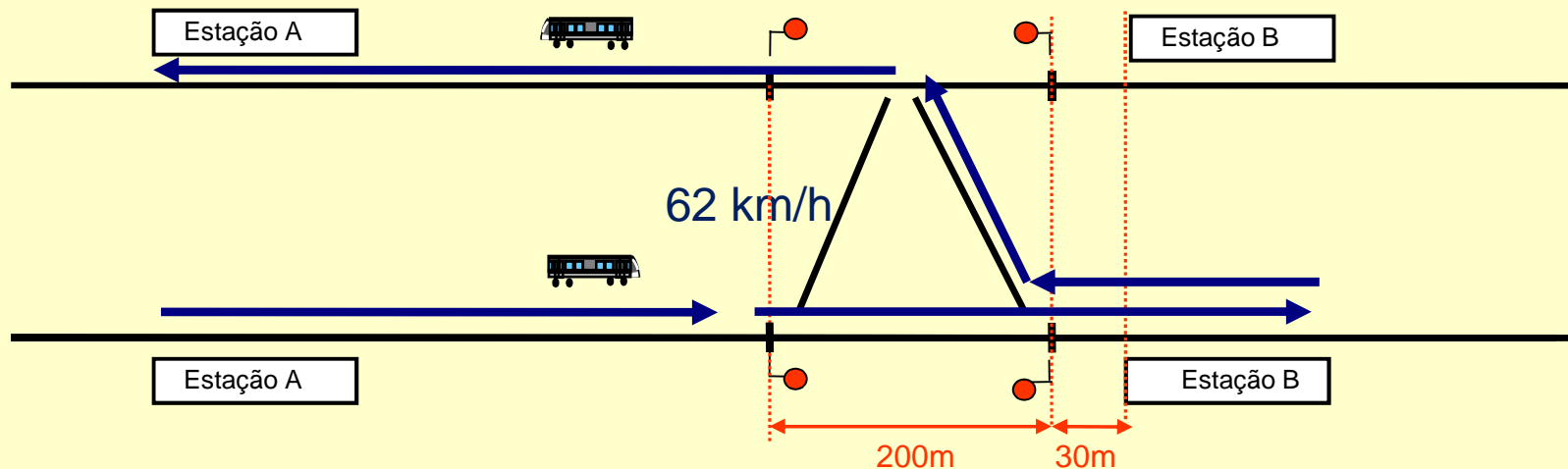


# Configurações de Terminais de Manobra

## Manobras antes da estação - AMV Tipo A (190 – 1:9)

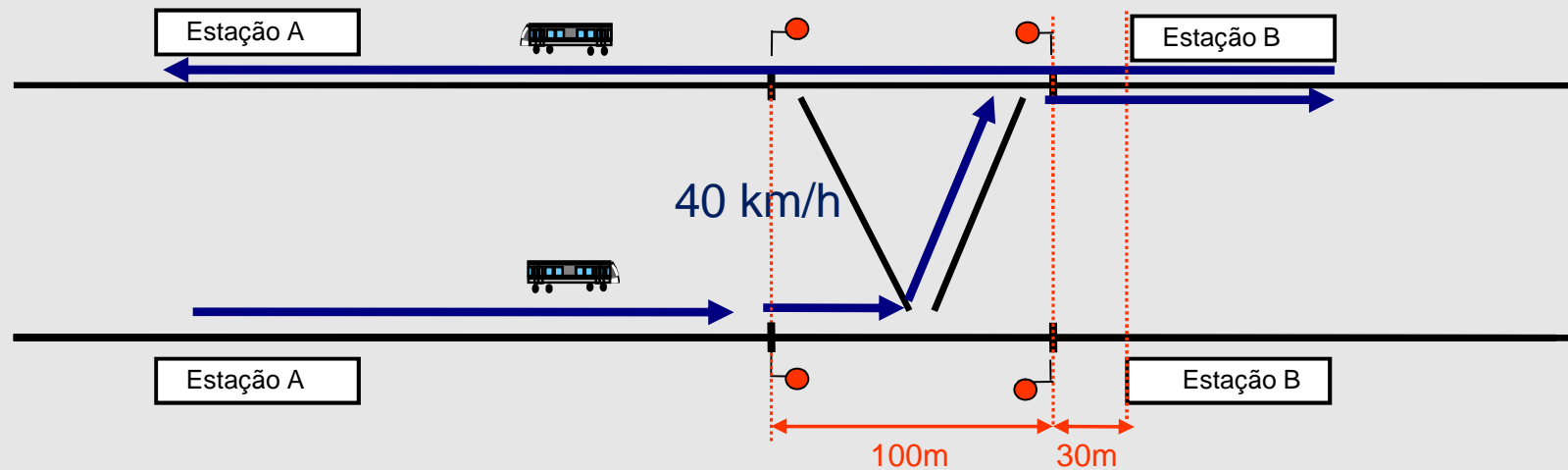


## Manobras antes da estação - AMV Tipo A (500 – 1:12 ou 1:14)

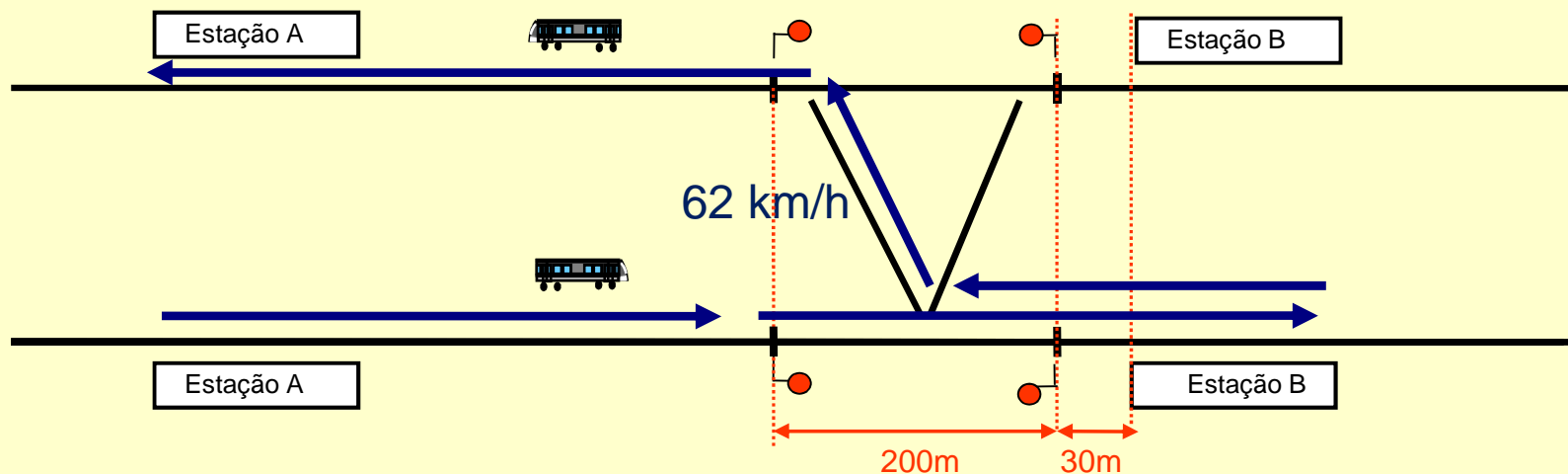


# Configurações de Terminais de Manobra

## Manobras antes da estação - AMV Tipo V (190 – 1:9)

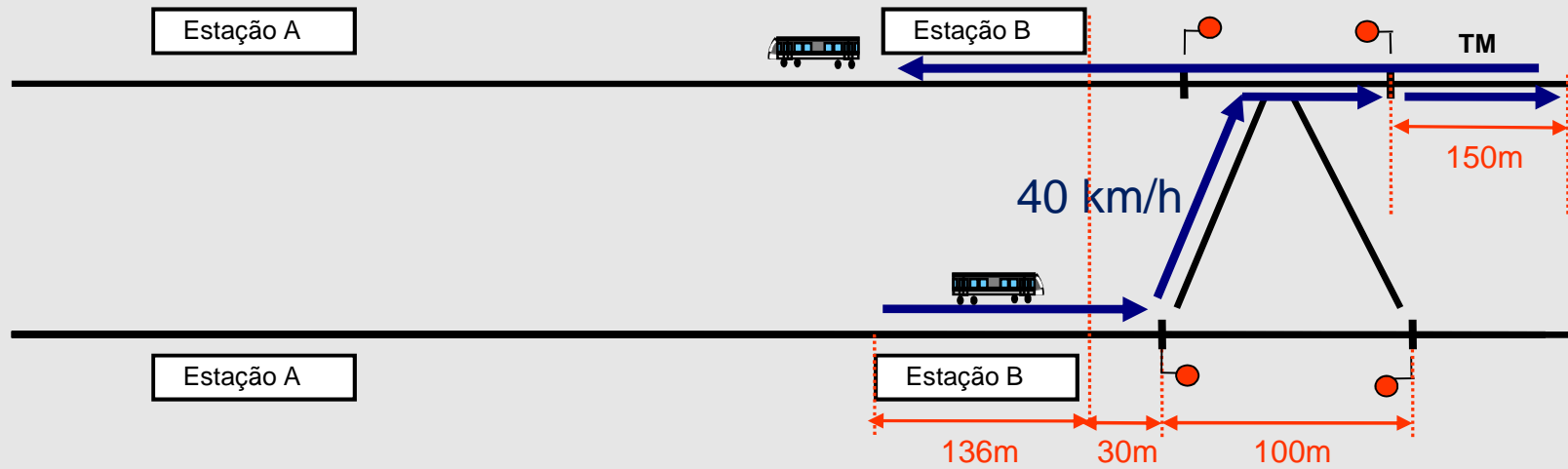


## Manobras antes da estação - AMV Tipo V (500 – 1:12 ou 1:14)

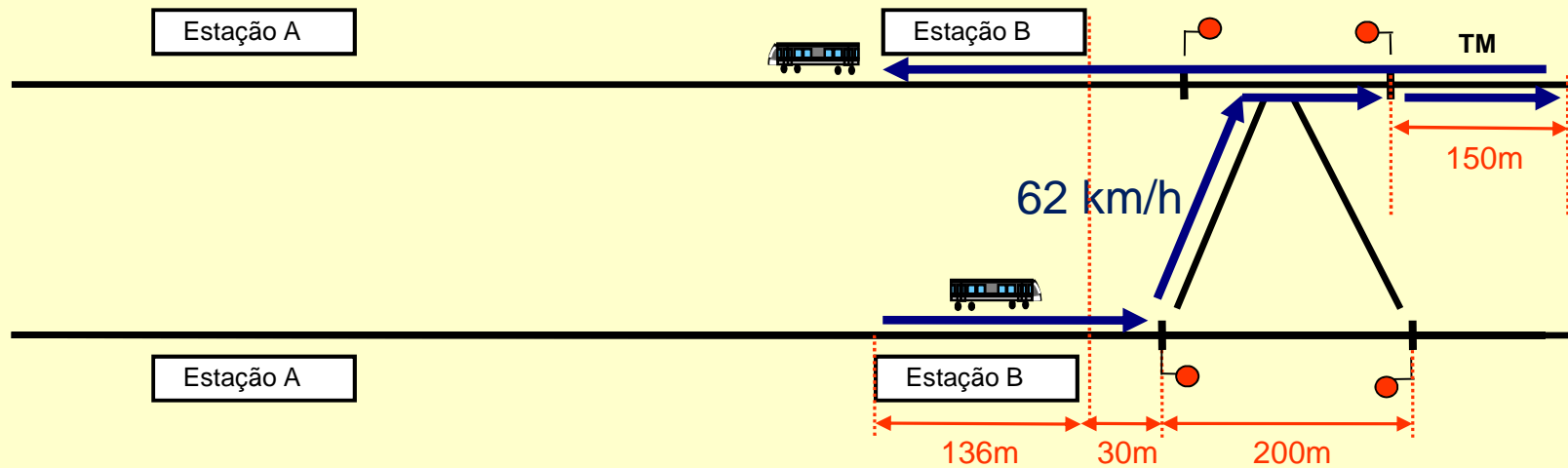


# Configurações de Terminais de Manobra

## Manobras atrás da estação - AMV Tipo A (190 – 1:9)



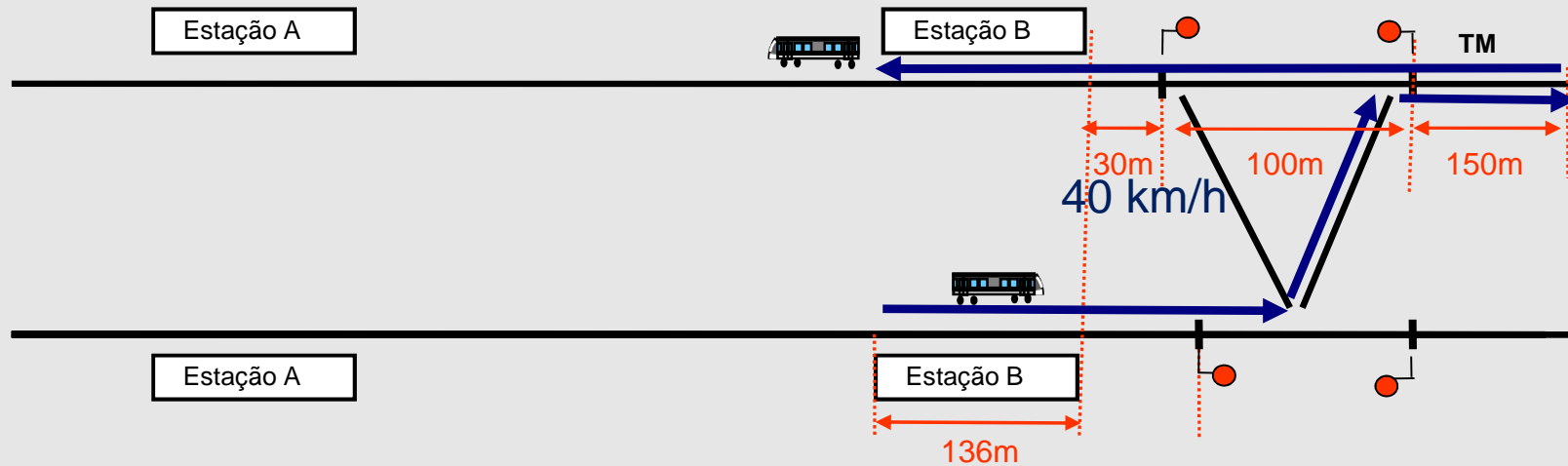
## Manobras atrás da estação - AMV Tipo A (500 – 1:12 e 1:14)



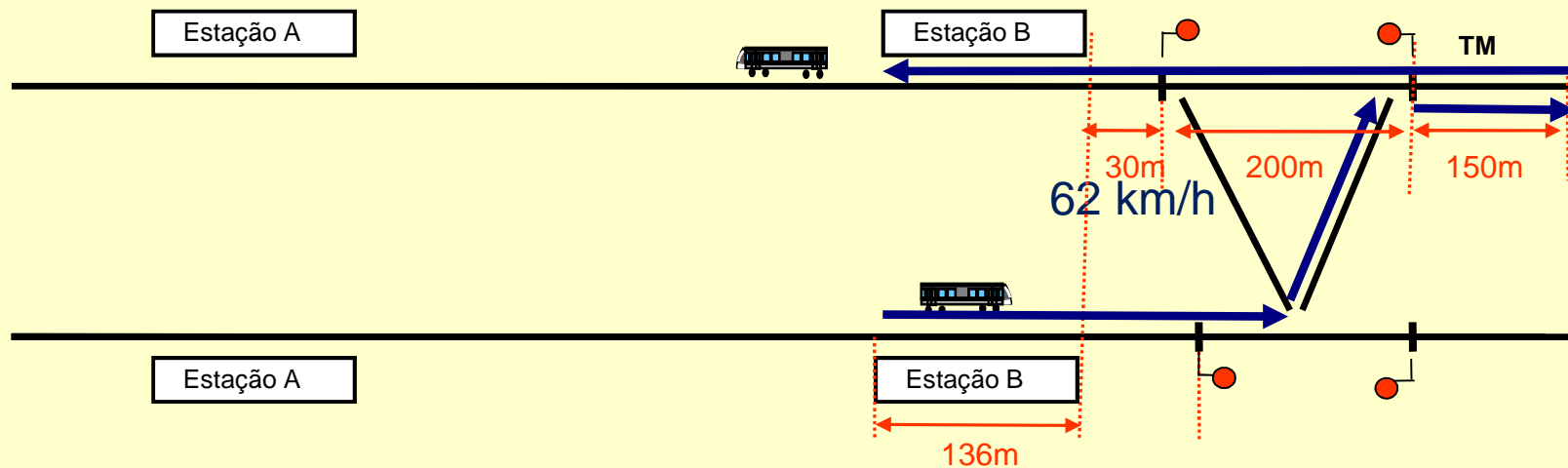


# Configurações de Terminais de Manobra

## Manobras atrás da estação - AMV Tipo V (190 – 1:9)

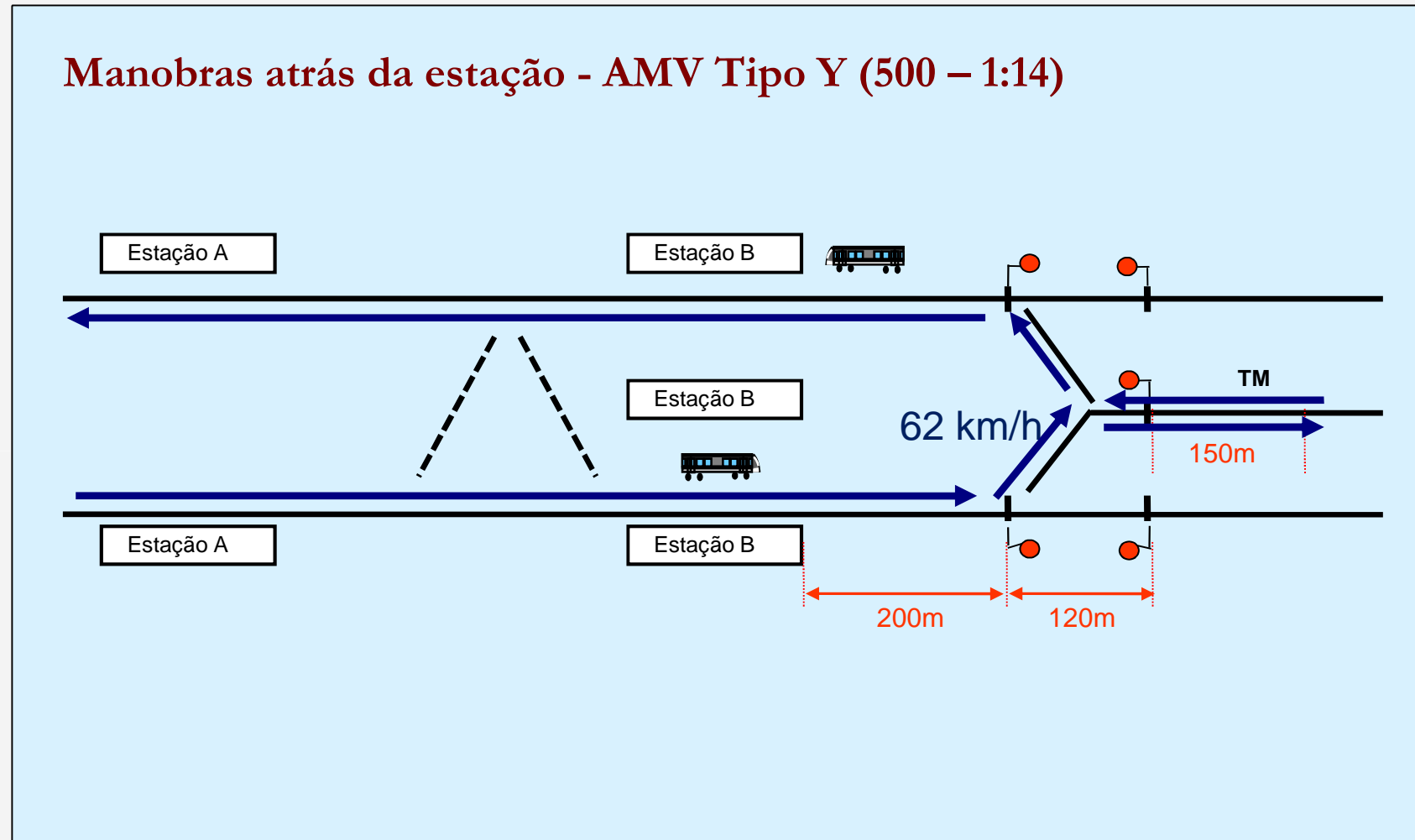


## Manobras atrás da estação - AMV Tipo V (500 – 1:12 e 1:14)



# Configurações de Terminais de Manobra

## Manobras atrás da estação - AMV Tipo Y (500 – 1:14)

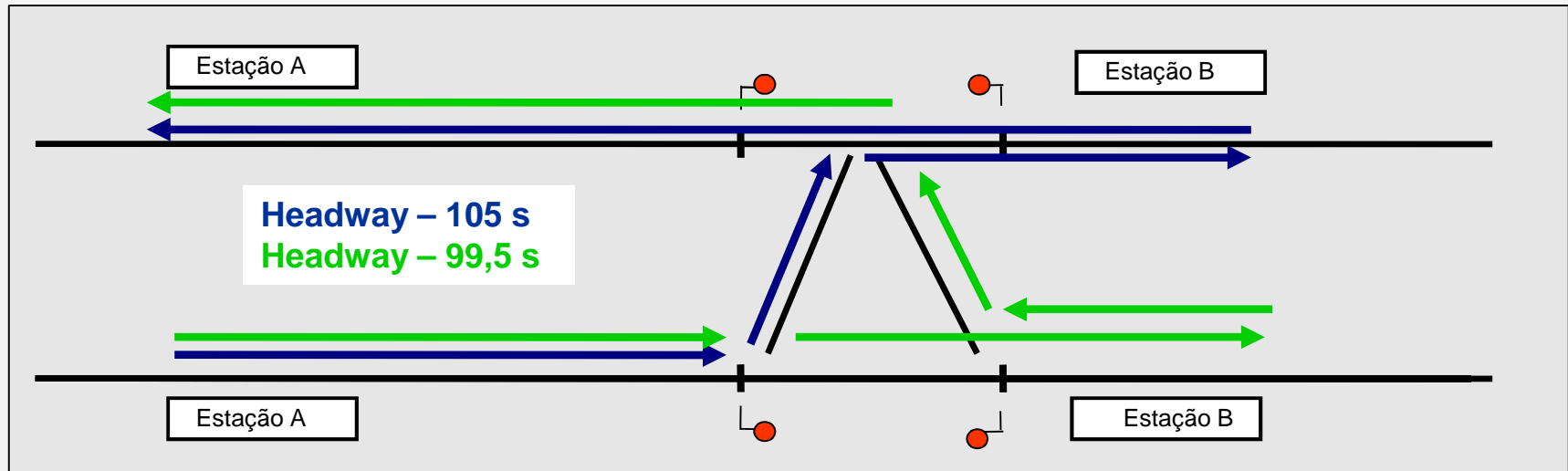


---

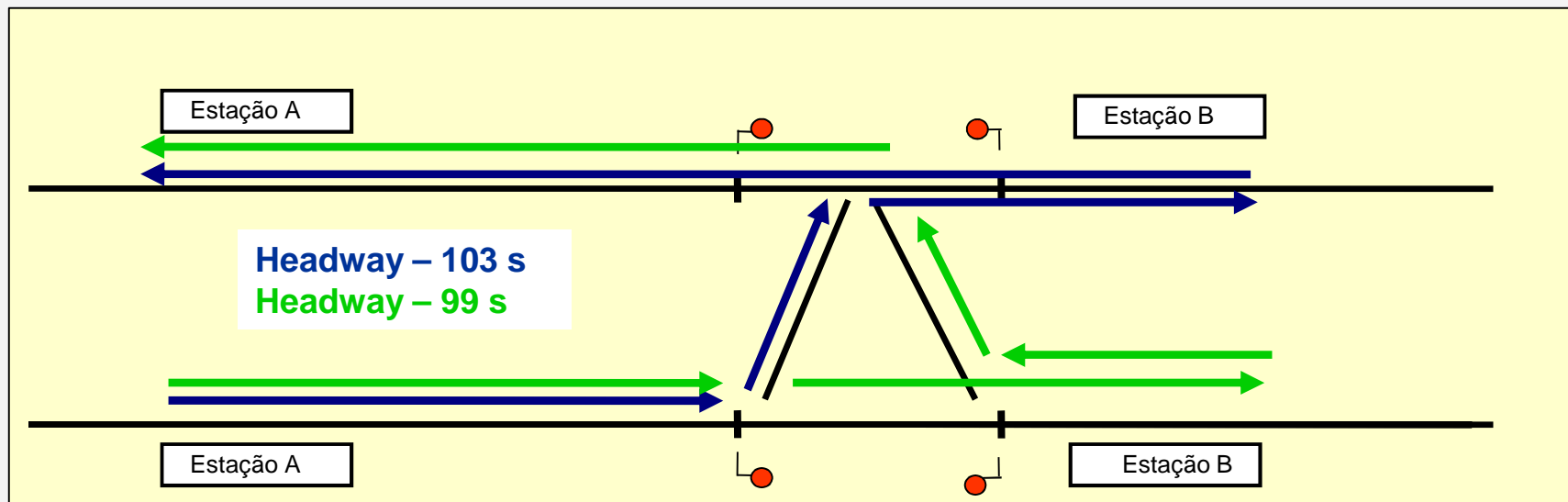
## Resultados das Simulações



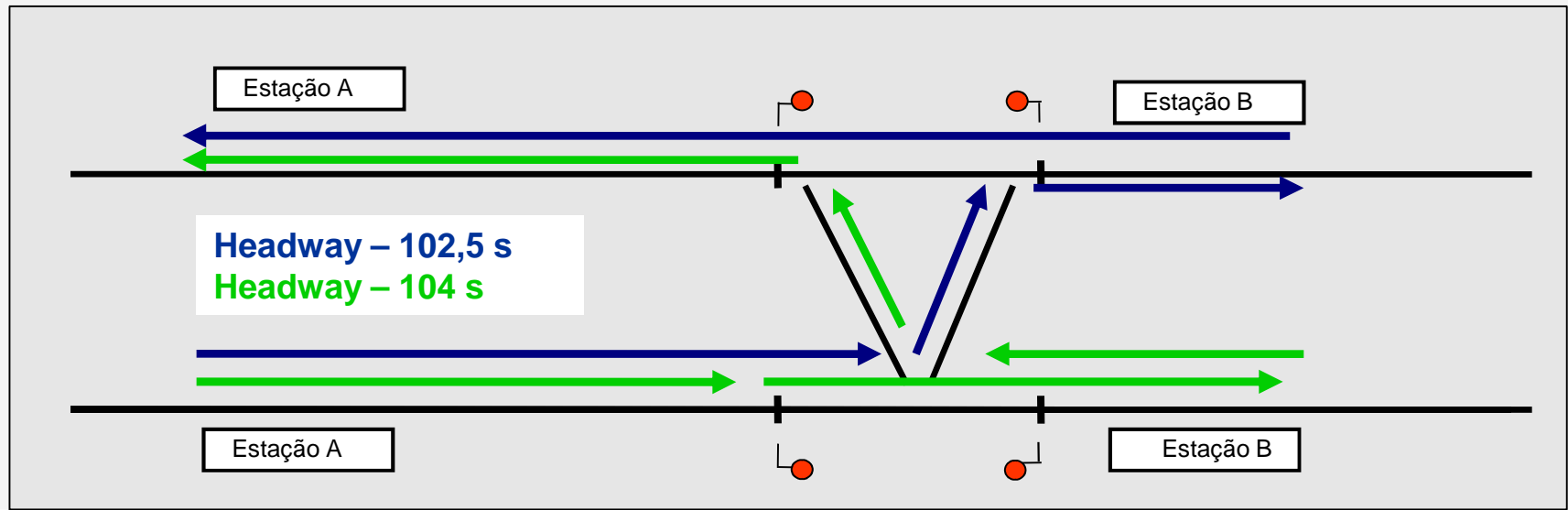
## Configuração Tipo A 1:9 – Manobras antes da Plataforma



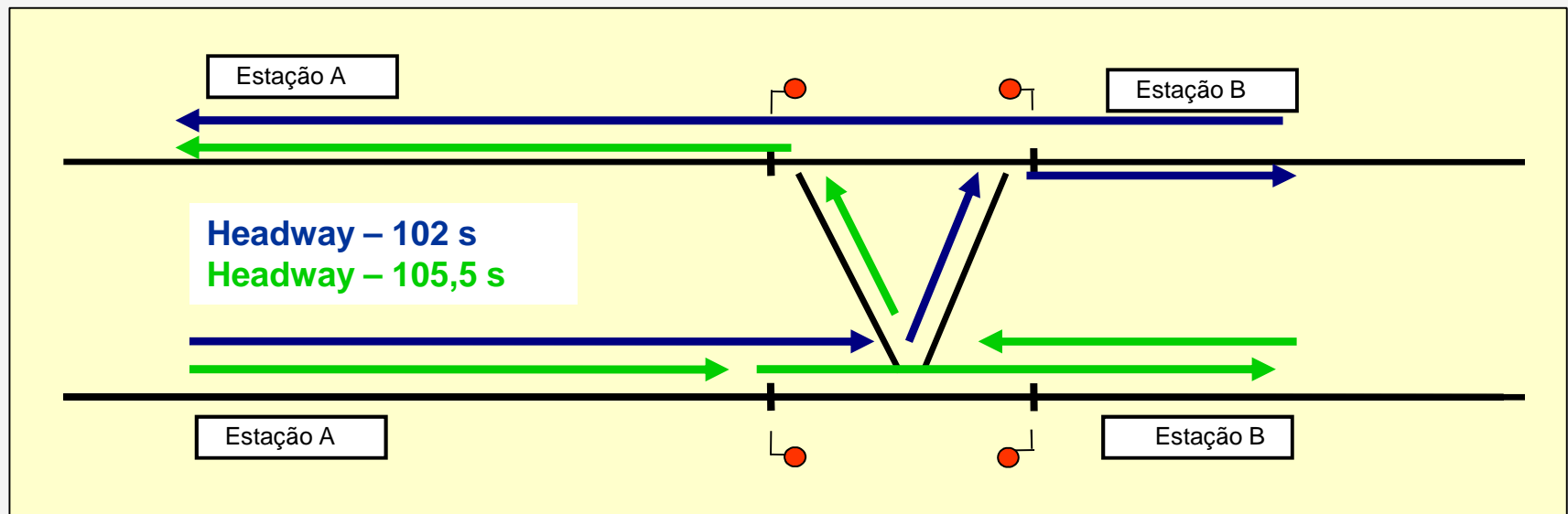
## Configuração Tipo A 1:12 ou 1:14 – Manobras antes da Plataforma



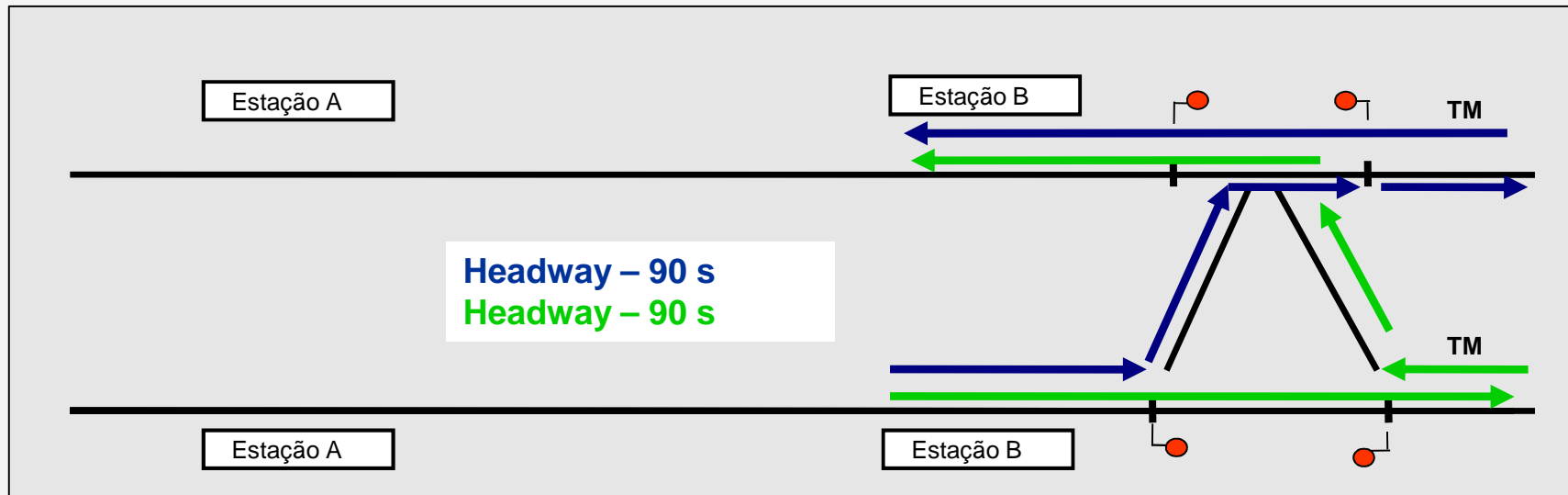
## Configuração Tipo V 1:9 – Manobras antes da Plataforma



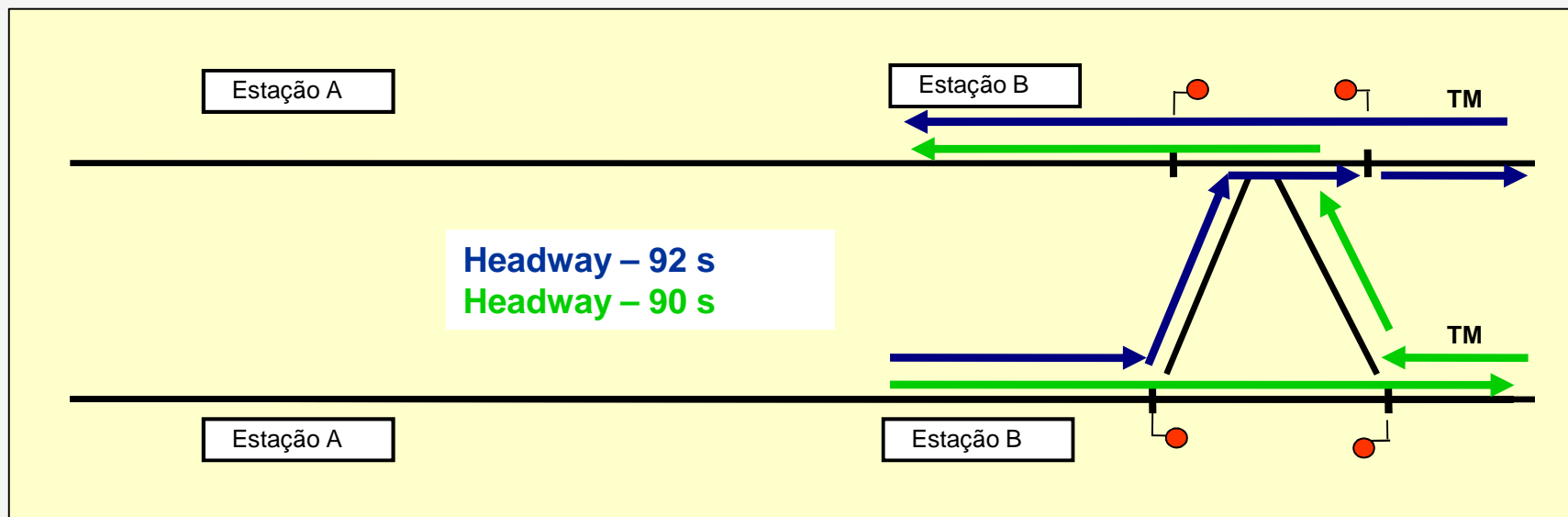
## Configuração Tipo V 1:12 ou 1:14 – Manobras antes da Plataforma



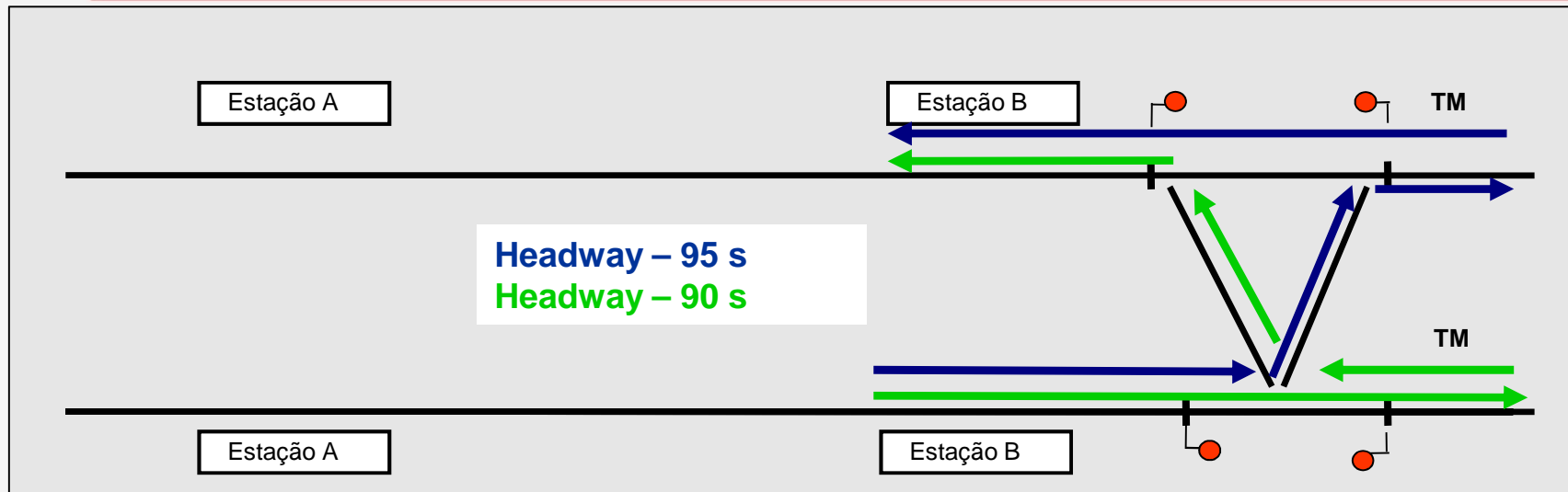
## Configuração Tipo A 1:9 – Manobras depois da Plataforma



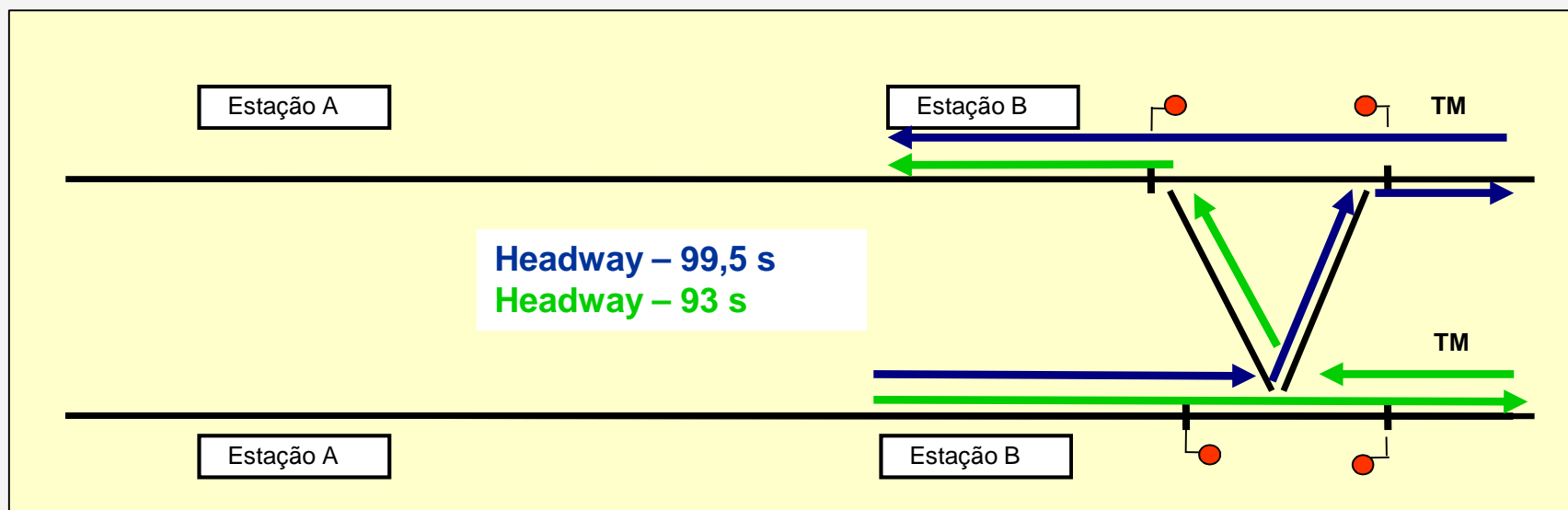
## Configuração Tipo A 1:12 ou 1:14 – Manobras depois da Plataforma



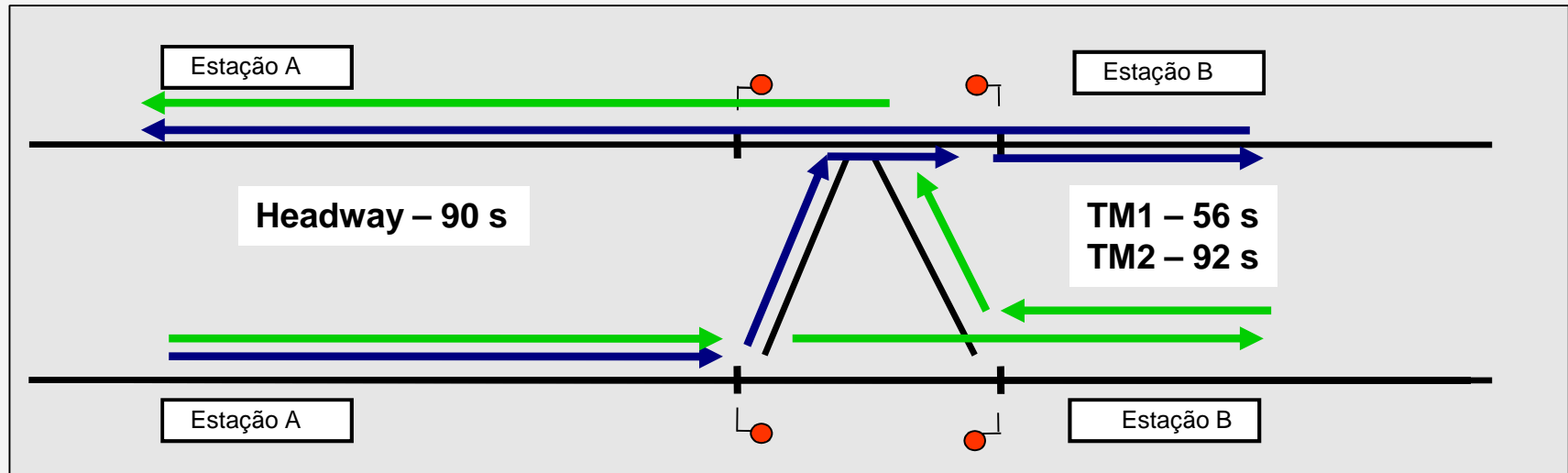
## Configuração Tipo V 1:9 – Manobras depois da Plataforma



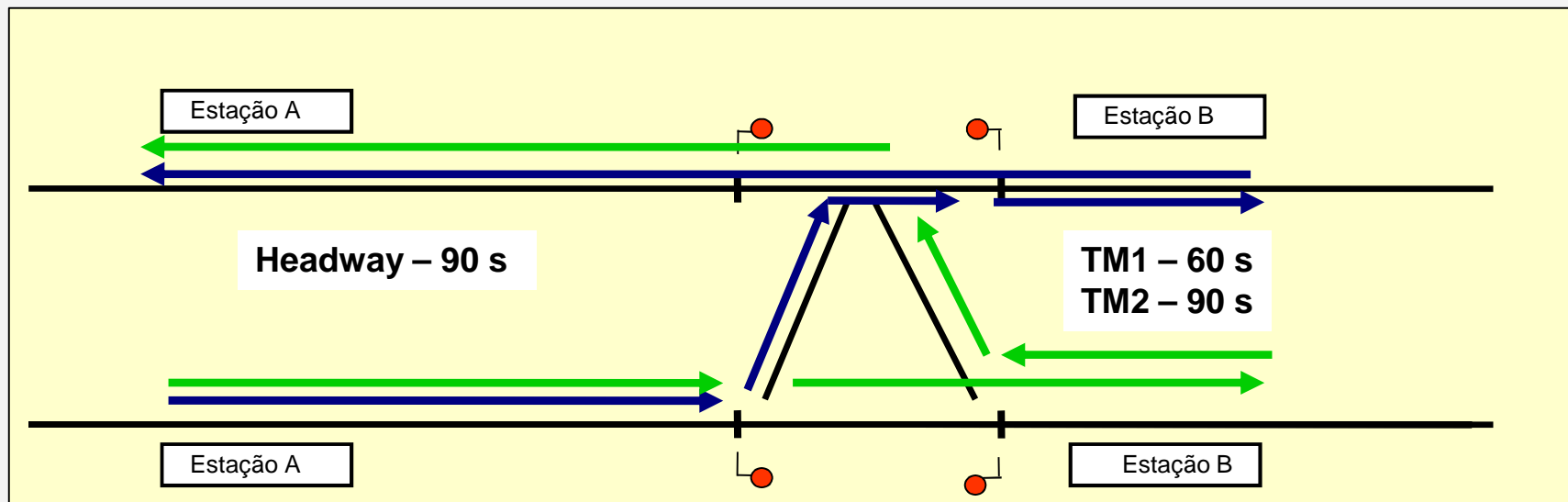
## Configuração Tipo V 1:12 ou 1:14 – Manobras depois da Plataforma



## Configuração Tipo A 1:9 – Manobras FLIP-FLOP



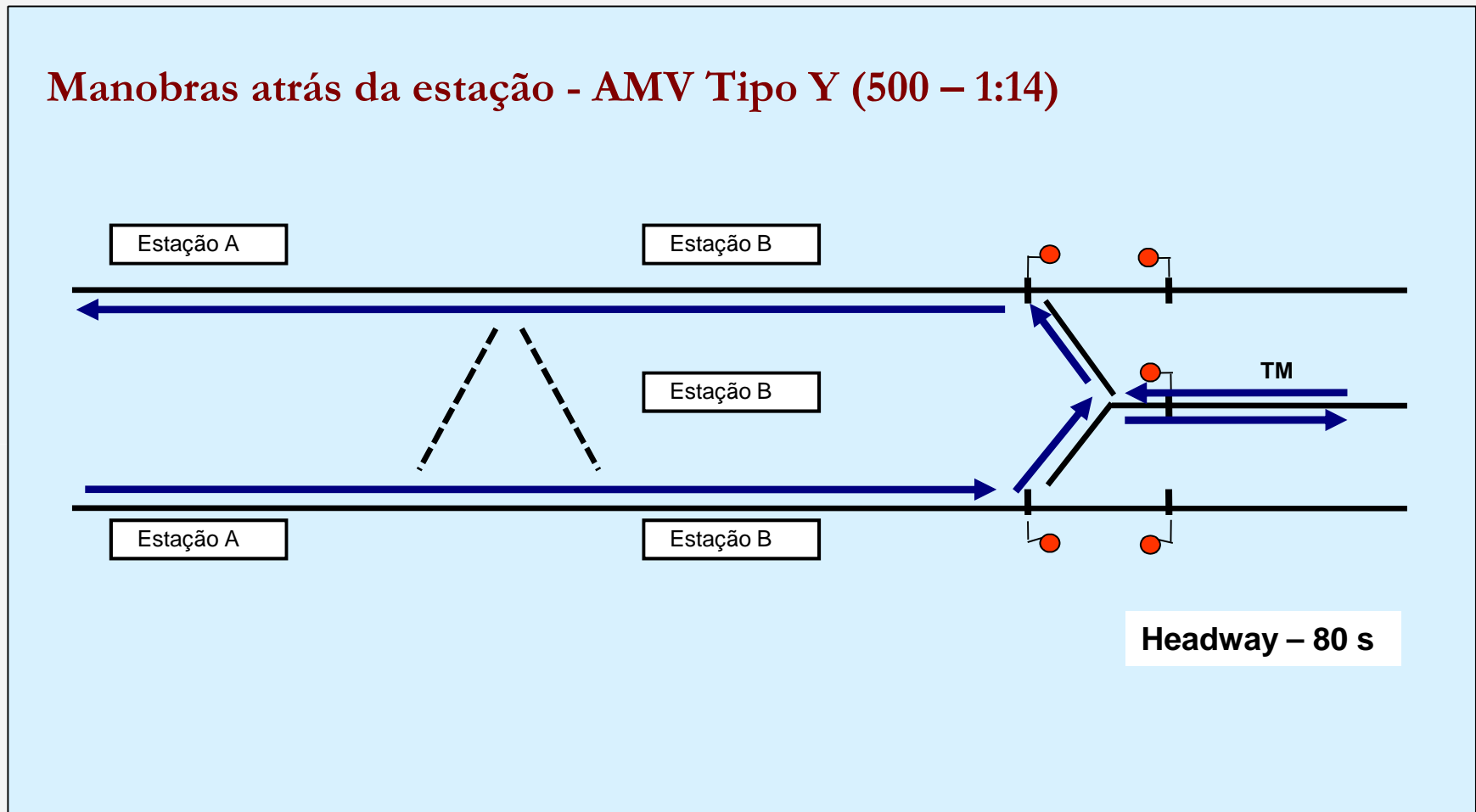
## Configuração Tipo A 1:12 ou 1:14 – FLIP-FLOP





## Configuração Tipo Y 1:14 – Manobras depois da Plataforma

### Manobras atrás da estação - AMV Tipo Y (500 – 1:14)



## Tabela comparativa Geral:

Tipo de AMV	Manobra	Headway	Tempo Parada TM
A 1:9	Antes da Plat TM1	105 s	30 s
A 1:9	Antes da Plat TM2	99.5 s	30 s
A 1:14	Antes da Plat TM1	103 s	30 s
A 1:14	Antes da Plat TM2	99 s	30 s
V 1:9	Antes da Plat TM1	102.5 s	30 s
V 1:9	Antes da Plat TM2	104 s	30 s
V 1:14	Antes da Plat TM1	102 s	30 s
V 1:14	Antes da Plat TM2	105,5 s	30 s



## Tabela comparativa Geral:

Tipo de AMV	Manobra	Headway	Tempo Parada TM
A 1:9	Depois da Plat TM1	90 s	10 s
A 1:9	Depois da Plat TM2	90 s	10 s
A 1:14	Depois da Plat TM1	92 s	10 s
A 1:14	Depois da Plat TM2	90 s	10 s
V 1:9	Depois da Plat TM1	95 s	10 s
V 1:9	Depois da Plat TM2	90 s	10 s
V 1:14	Depois da Plat TM1	99.5 s	10 s
V 1:14	Depois da Plat TM2	93 s	10 s
A 1:9	Flip-Flop	90 s	TM1= 56 s TM2= 92 s
A 1:14	Flip-Flop	90 s	TM1= 60 s TM2= 90 s



---

## Considerações Finais



- AMV curto (190 – 1:9) permite desempenho semelhante ao AMV longo (500 – 1:12 ou 1:14)
- Utilização de AMV curto (190 – 1:9) possibilita redução de custo de implantação e de manutenção
- Utilização de AMV curto (190 – 1:9) permite redução de custo da obra civil
- Configuração de AMV Universal do tipo A ou V nos casos estudados limitam o headway nas manobras em 90 segundos e configuração em Y permite headway de 80 segundos



---

## Dúvidas ?

Carlos Alberto de Freitas Timoteo

[ctimoteo@metrosp.com.br](mailto:ctimoteo@metrosp.com.br)

Rubens Navas Borloni

[rborloni@metrosp.com.br](mailto:rborloni@metrosp.com.br)

Willian Yoshio Suzaki

[willian@smz.com.br](mailto:willian@smz.com.br)

