

Procedimento do U.S.HCM2010

- ⇒ análise das interseções em interconexões (ligação com vias expressas/rodovias que tem peculiaridades importantes, e foi introduzida no HCM/2000)
HCM/2010 refere-se a terminais de rampas/ramais de ligação em interconexões mas trata de esquemas que se aplicam em outras interseções compostas
HCM/2010 detalha mais os casos com interseções componentes semaforizadas e com rotatórias (poderia analisar outros casos nas interseções principais)
evolução do procedimento inicial do HCM/2000; mas ainda incipiente ...
(destaca deficiências da análise de interseções tradicional no HCM)

- ⇒ destaca peculiaridades de configurações usuais e com rotatórias (interseções, em geral duas adjacentes, nos trechos finais de rampas/ramais de ligação entre uma via principal, expressa ou rodovia, e uma via urbana, em geral)
 - discute configurações alternativas e suas implicações para as interseções;
 - discute peculiaridades da operação de interseções adjacentes (próximas);
 - discute peculiaridades do controle semafórico de interseções adjacentes;
 - discute peculiaridades específicas de interseções em interconexões ...propõe um critério de nível de serviço que considera o percurso completo ...
com atraso (semáforos/rotatórias), razão Q/C (demanda) e z/L (filas) ...

- ⇒ propõe procedimentos para terminais com semáforo ou rotatória (R1/R2, ...) além de um método genérico para selecionar configurações ...
o método proposto para terminais com semáforos tem adições relevantes:
 - fatores adicionais que afetam o fluxo de saturação e o uso desigual das faixas;
 - tempos perdidos adicionais por bloqueio adiante e para períodos de fluxo vazio; (deveriam ser incorporados aos métodos usuais de interseções semaforizadas)(retirou os critérios do HCM/2000 para determinar a defasagem entre semáforos)

Características Básicas de Interseções em Interconexões

⇒ **Tipos de Interconexões:** variedade muito grande de configurações ...

problemas mais importantes nas configurações em diamante (entradas/saídas na via secundária, em geral urbana, feita nas interseções componentes)

problemas ocorrem também em trevos incompletos (PARCLO=partial cloverleaf) e outras configurações (em geral não ocorrem em trevos completos) ...

⇒ **Peculiaridades de interseções em interconexões:** ...

peculiaridade fundamental é a existência de interseções bastante próximas e interdependentes (decorrentes de conversões e filas significativas)

estas são as peculiaridades de interseções compostas, de forma geral ... (interseções em interconexões são apenas um contexto específico)

efeitos peculiares em interseções compostas: bloqueios nas filas internas, períodos de fluxo vazio adiante, mudanças internas de faixa ou fila, uso desigual das faixas e/ou filas segregadas ... interação interna ... não comenta padrões de pelotões típicos de semáforos próximos ...

efeitos peculiares de interseções em interconexões: em cada sentido, dois pelotões na via secundária (fluxo direto e conversões de entrada), duas conversões à esquerda fortes e adjacentes (conversões de saída), ...

em sistemas expressos com pistas auxiliares, problemas operacionais nos trechos de terminação das interconexões tem efeitos locais mas, sem pistas auxiliares, os problemas operacionais afetam as vias expressas

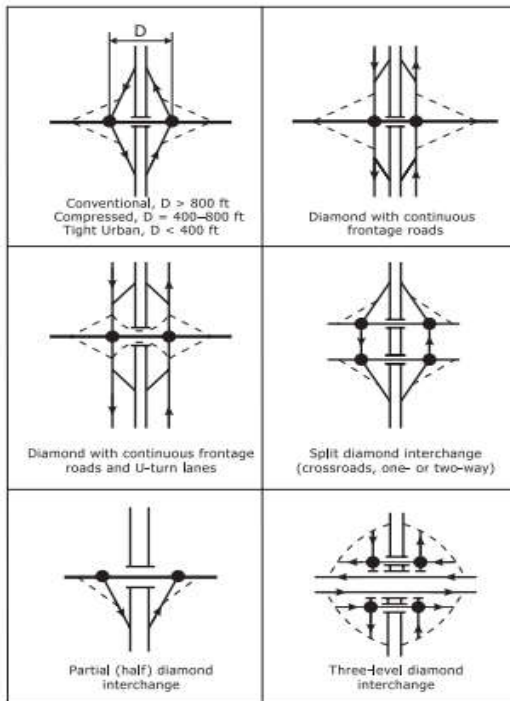
⇒ **Nível de Serviço:** atraso no trajeto O/D, razão Q/C (demanda) e razão z/L (filas)

TABELA 22-11,13. Níveis de Serviço para Vias de Interconexões - HCM/2010

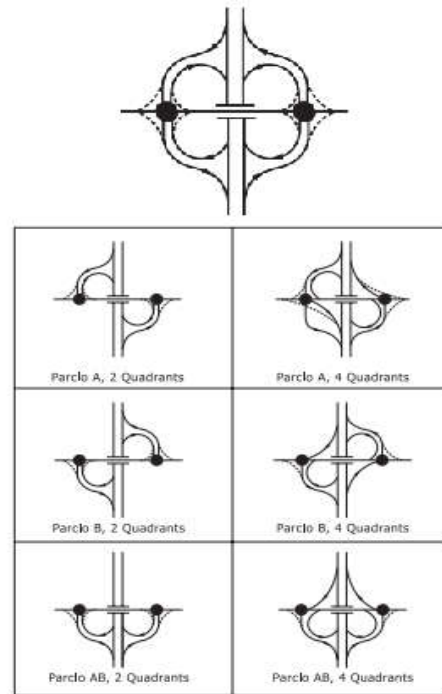
Atraso Total (seg)		Nível de Serviço		
Semáforo	Rotatória	Se Q/C<1 e z/L<1 (todo local)	Razão Q/C>1 (qualquer local)	Razão z/L>1 (qualquer local)
≤15	≤15	A	F	F
>15-30	>15-25	B	F	F
>30-55	>25-35	C	F	F
>55-85	>35-50	D	F	F
>85-120	>50-75	E	F	F
>120	>75	F	F	F

Nota: referência ambígua por O/D ou grupo de faixas para nível de serviço; melhor analisar por local e manter critério por trajeto.

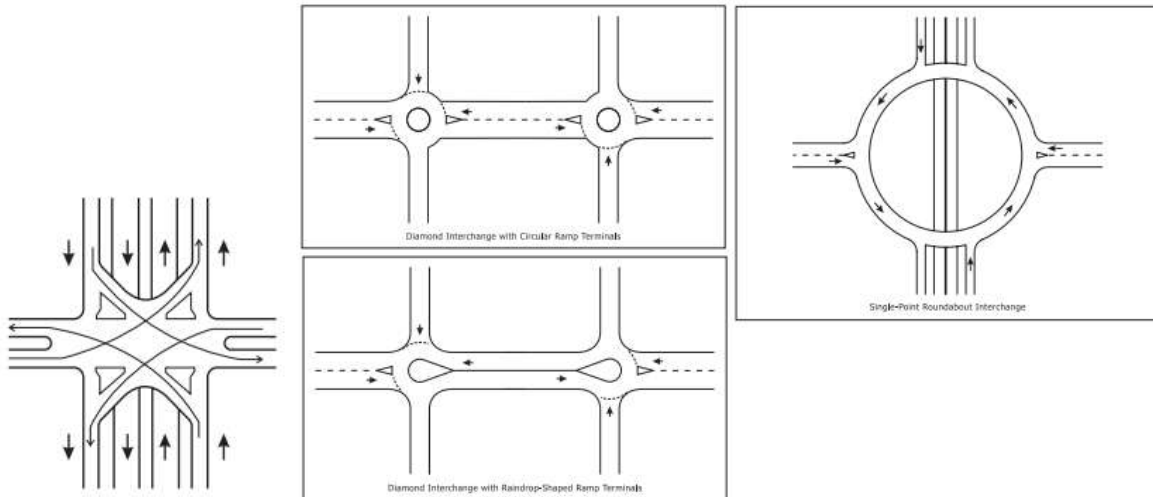
atraso em todo o trajeto (com modelos usuais para interseções semaforizadas)



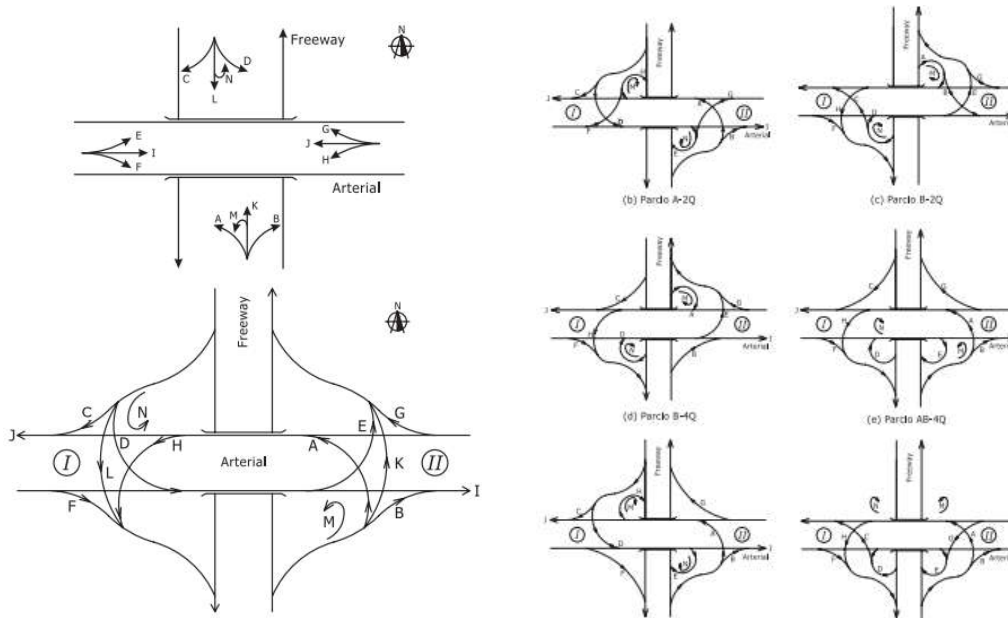
Note: - - - - Possible alternative configuration of signal bypasses operating as unsignalized movements; these are movements that are not using the ramp terminals.



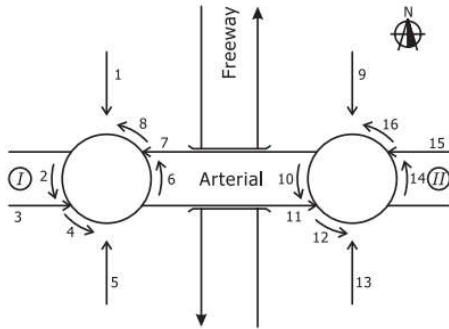
Note: - - - - Possible alternative configuration of signal bypasses operating as unsignalized movements; these are movements that are not using the ramp terminals.



análise por Origem/Destino na interconexão: percurso total O/D ...



identificação dos fluxos em configurações com rotatórias:



Movement	Diamond	Parclo A-2Q	Parclo B-2Q	Parclo B-4Q
1	C, D, L, N	C, D, N	--	C
2	D, H, L, M, N	D, N	H, M, N	H, M
3	E, F, I	E, F	E, F, I	E, F, I
4	D, E, F, H, I, L, M, N	D, E, F, I, N	E, F, H, I, M	E, F, H, I, M
5	--	--	C	D, N
6	--	F	C	--
7	A, H, J, M	A, H, J, M	A, H, J, M	A, H, J, M
8	J, M	A, F, H, J, M	A, C, H, J, M	A, H, J, M
9	--	--	A, B, M	A, M
10	--	G	B	--
11	D, E, I, N	D, E, I, N	D, E, I, N	D, E, I, N
12	D, E, I, N	D, E, G, I, N	B, D, E	D, E, I, N
13	A, B, K, M	A, B, M	--	B
14	A, E, K, M, N	A, M	E, N	E, N
15	G, H, J	G, H, J	G, H, J	G, H, J
16	A, E, G, H, J, K, M, N	A, G, H, J, M	E, G, H, J, N	E, G, H, J, N
Movement	SPIUI	Parclo AB-4Q	Parclo A-4Q	Parclo AB-2Q
1	C, D, L, N	C	C, D, N	--
2	D, H, L, M, N	H, M	D, N	H, M
3	E, F, I	E, F, I	E, F, I	E, F, I
4	D, E, I, N	E, F, H, I, M	D, E, F, I, N	E, F, H, I, M
5	A, B, K, M	D, N	--	C, D, N
6	A, E, K, M, N	--	--	C
7	G, H, J	A, H, J, M	A, H, J, M	A, H, J, M
8	A, H, J, M	A, H, J, M	A, H, J, M	A, C, H, J, M
9	--	--	--	--
10	--	--	--	G
11	--	D, E, I, N	D, E, I, N	D, E, I, N
12	--	D, E, I, N	D, E, I, N	D, E, G, I, N
13	--	A, B, M	A, B, M	A, B, M
14	--	A, M	A, M	A, M
15	--	G, H, J	G, H, J	G, H, J
16	--	A, G, H, J, M	A, G, H, J, M	A, G, H, J, M

Note: -- indicates movements that do not exist for a given interchange form.

Procedimentos para Semaforização das Interseções Componentes:

em princípio, valem critérios e métodos gerais para interseções semaforizadas mas há condicionantes importantes para interseções em interconexões

o fluxo de saturação é $S = N_f \cdot \tilde{S}_f \cdot f_L \cdot f_{VP} \cdot f_i \cdot f_{est} \cdot f_{bus} \cdot f_A \cdot f_{cd} \cdot f_{ce} \cdot f_{dpb} \cdot f_{epb} \cdot f_{LU} \cdot f_Q$, onde

- o fator de utilização desigual das faixas para as faixas externas da via arterial

é avaliado de forma específica como $f_{LU} = \frac{1}{N_f \cdot p_{QLmax}}$, onde p_{QLmax} é a

proporção do tráfego na faixa com máxima utilização (modelos empíricos)

- o fator de pressão da demanda de tráfego é $f_Q = \frac{1}{1,07 - 0,00672 \cdot N_{Qi}}$ para

conversões à esquerda e $f_Q = \frac{1}{1,07 - 0,00486 \cdot N_{Qi}}$ para demais manobras

onde $N_{Qi} = \frac{Q_i \cdot t_c}{N_f}$ (em veículos por ciclo por faixa, $N_{Qi} \leq 30$) da manobra

todos os fatores são obtidos da forma usual:

- \tilde{S}_f (s_0): fluxo básico de saturação por faixa ($\tilde{S}_f = 1900 \text{veq/h/fx}$);
- f_L (f_w): fator de largura das faixas ($0,96p/2,4a < 3m; 1,0p/3a < 3,9m; 1,04p > 3,9m$);
- f_{VP} (f_{HV}): fator de composição de tráfego ($e_{VP} = 2,0$ para veículos pesados);
- f_i (f_g): fator de declividade ($f_i = 1 - \frac{\%i}{200}$, $\%i$ é active, >0 , ou declive, <0);
- f_{est} (f_p): fator de estacionamento ($f_{est} = 1 - \frac{0,1 + N_e \cdot t_c}{N_f}$, $t_c \cong 18s$, manobras N_e);
- f_{bus} (f_{bb}): fator de pontos de ônibus ($f_{bus} = 1 - \frac{N_b \cdot t_b}{N_f}$, $t_b \cong 14,4s$, manobras N_b);
- f_A (f_a): fator de tipo de área (área central/CBD: $f_A = 0,9$; demais áreas: $f_A = 1$);
- f_{cd} (f_{RT}): fator conversões à direita ($e_{cd} = 1,18$ ou análise suplementar);
- f_{ce} (f_{LT}): fator conversões à esquerda ($e_{ce} = 1,05$ ou análise suplementar);
- f_{dpb} (f_{Rpb}): fator pedestres/ciclistas à direita (análise suplementar);
- f_{epb} (f_{Lpb}): fator pedestres/ciclistas à esquerda (análise suplementar);

(o método também adiciona o fator de curva $f_R = \frac{1}{1 + 5,61/R[\text{ft}]} = \frac{1}{1 + 1,71/R[\text{m}]}$)

no fator equivalente das conversões à direita e à esquerda, ponderando a

%fluxo com raios distintos e $e_{cd} = \frac{1}{f_{Rd}}$, $e_{ce} = \frac{1}{f_{Re}}$, exceto para conversões

permitidas, não protegidas, em que se aplica somente a análise suplementar).

TWO LANES IN THE LANE GROUP	
Eastbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{2} \cdot 0,30 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) \cdot 0,187 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) \cdot 0,084 \cdot \left(\frac{D + p_{L1}}{100} \right)$
Eastbound Right lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1}$
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{2} \cdot 0,254 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) \cdot 0,187 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) \cdot 0,084 \cdot \left(\frac{D + p_{L1}}{100} \right)$
Westbound Right lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1}$
THREE LANES IN THE LANE GROUP	
Eastbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{3} - 0,245 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) \cdot 0,465 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Eastbound Middle lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1} - \%V_{L3}$
Eastbound Right lane (% V_{L3})	$\%V_{L3} = \frac{1}{3} + 0,609 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,326 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{3} - 0,245 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) \cdot 0,465 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Middle lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1} - \%V_{L3}$
Westbound Right lane (% V_{L3})	$\%V_{L3} = \frac{1}{3} + 0,609 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,326 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
FOUR LANES IN THE LANE GROUP	
Eastbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{4} - 0,328 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) + 0,684 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Eastbound Middle lanes (% V_{L2} , % V_{L3})	$\%V_{L2} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$ $\%V_{L3} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$
Eastbound Right lane (% V_{L4})	$\%V_{L4} = \frac{1}{4} + 0,64 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,233 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{4} - 0,328 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) + 0,684 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Middle lanes (% V_{L2} , % V_{L3})	$\%V_{L2} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$ $\%V_{L3} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$
Westbound Right lane (% V_{L4})	$\%V_{L4} = \frac{1}{4} + 0,64 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,233 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$

Notes: Definitions of variables are provided after Exhibit 22-20.
If there is an exclusive right-turn lane on the external approach, then the respective O-D demand (v_{ij} or v_{ji}) should be zero in the respective equation.

TWO LANES IN THE LANE GROUP	
Eastbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{2} + 0,387 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,344 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Eastbound Right lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1}$
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{2} + 0,387 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,344 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Right lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1}$
THREE LANES IN THE LANE GROUP	
Eastbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{3} + 0,559 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,218 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Eastbound Middle lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1} - \%V_{L3}$
Eastbound Right lane (% V_{L3})	$\%V_{L3} = \frac{1}{3} - 0,429 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) + 0,695 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{3} + 0,559 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,218 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Middle lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1} - \%V_{L3}$
Westbound Right lane (% V_{L3})	$\%V_{L3} = \frac{1}{3} - 0,429 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) + 0,695 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
FOUR LANES IN THE LANE GROUP	
Eastbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{4} + 0,643 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,103 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Eastbound Middle lanes (% V_{L2} , % V_{L3})	$\%V_{L2} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$ $\%V_{L3} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$
Eastbound Right lane (% V_{L4})	$\%V_{L4} = \frac{1}{4} - 0,359 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) + 0,794 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{4} + 0,643 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,103 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Middle lanes (% V_{L2} , % V_{L3})	$\%V_{L2} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$ $\%V_{L3} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$
Westbound Right lane (% V_{L4})	$\%V_{L4} = \frac{1}{4} - 0,359 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) + 0,794 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$

Notes: Definitions of variables are provided after Exhibit 22-20.
If there is an exclusive right-turn lane on the external approach, then the respective O-D demand (v_{ij} or v_{ji}) should be zero in the respective equation.
If the intersection for which lane utilizations are being estimated has an additional leg, the analyst should not use the equations of this exhibit. The procedures of Chapter 18 should be used instead.

TWO LANES IN THE LANE GROUP	
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{2} + 0,468 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Right lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1}$
THREE LANES IN THE LANE GROUP	
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{3} + 0,735 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Middle lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1} - \%V_{L3}$
Westbound Right lane (% V_{L3})	$\%V_{L3} = \frac{1}{3} - 0,308 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
FOUR LANES IN THE LANE GROUP	
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{4} + 0,768 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Middle lanes (% V_{L2} , % V_{L3})	$\%V_{L2} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$ $\%V_{L3} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$
Westbound Right lane (% V_{L4})	$\%V_{L4} = \frac{1}{4} - 0,202 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$

Notes: Definitions of variables are provided after Exhibit 22-20.
If the intersection where lane utilizations are estimated has an additional leg, the analyst should not use the equations of this exhibit. The procedures of Chapter 18 should be used instead.

TWO LANES IN THE LANE GROUP	
Eastbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{2} - 0,527 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Eastbound Right lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1}$
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{2} - 0,527 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Right lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1}$
THREE LANES IN THE LANE GROUP	
Eastbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{3} - 0,363 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Eastbound Middle lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1} - \%V_{L3}$
Eastbound Right lane (% V_{L3})	$\%V_{L3} = \frac{1}{3} + 0,605 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{3} - 0,363 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Middle lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1} - \%V_{L3}$
Westbound Right lane (% V_{L3})	$\%V_{L3} = \frac{1}{3} + 0,605 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
FOUR LANES IN THE LANE GROUP	
Eastbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{4} - 0,257 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Eastbound Middle lanes (% V_{L2} , % V_{L3})	$\%V_{L2} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$ $\%V_{L3} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$
Eastbound Right lane (% V_{L4})	$\%V_{L4} = \frac{1}{4} + 0,747 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{4} - 0,257 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Middle lanes (% V_{L2} , % V_{L3})	$\%V_{L2} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$ $\%V_{L3} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$
Westbound Right lane (% V_{L4})	$\%V_{L4} = \frac{1}{4} + 0,747 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$

Notes: Definitions of variables are provided after Exhibit 22-20.
If the intersection for which lane utilizations are being estimated has an additional leg, the analyst should not use the equations of this exhibit. The procedures of Chapter 18 should be used instead.

TWO LANES IN THE LANE GROUP	
Eastbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{2} - 0,306 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,484 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Eastbound Right lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1}$
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{2} - 0,306 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,484 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Right lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1}$
THREE LANES IN THE LANE GROUP	
Eastbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{3} - 0,333 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,289 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Eastbound Middle lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1} - \%V_{L3}$
Eastbound Right lane (% V_{L3})	$\%V_{L3} = \frac{1}{3} - 0,579 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) + 0,428 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{3} - 0,333 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,289 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Middle lane (% V_{L2})	$\%V_{L2} = 1 - \%V_{L1} - \%V_{L3}$
Westbound Right lane (% V_{L3})	$\%V_{L3} = \frac{1}{3} - 0,579 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) + 0,428 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
FOUR LANES IN THE LANE GROUP	
Eastbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{4} - 0,233 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,237 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Eastbound Middle lanes (% V_{L2} , % V_{L3})	$\%V_{L2} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$ $\%V_{L3} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$
Eastbound Right lane (% V_{L4})	$\%V_{L4} = \frac{1}{4} - 0,203 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) + 0,641 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Leftmost lane (% V_{L1})	$\%V_{L1} = \frac{1}{4} - 0,233 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) - 0,237 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$
Westbound Middle lanes (% V_{L2} , % V_{L3})	$\%V_{L2} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$ $\%V_{L3} = (1 - \%V_{L1} - \%V_{L4})/2$
Westbound Right lane (% V_{L4})	$\%V_{L4} = \frac{1}{4} - 0,203 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right) + 0,641 \cdot \left(\frac{v_{L1}}{v_{L1} + v_{L2}} \right)$

Notes: Definitions of variables are provided after Exhibit 22-20.
If there is an exclusive right-turn lane on the external approach, then the respective O-D demand (v_{ij} or v_{ji}) should be zero in the respective equation.
If the intersection for which lane utilizations are being estimated has an additional leg, the analyst should not use the equations of this exhibit. The procedures of Chapter 18 should be used instead.

$p_{QL \max} (\%V_{L \max})$: proporção do tráfego na faixa mais utilizada (faixa 1 é a mais à esquerda); usar dados de campo se disponíveis ...
 $L [m] (= 0,30 \cdot D [ft])$: distância entre as interseções (modelos calibrados para $L \leq 240m (D \leq 800ft \dots)$
 $Q_i (v_i)$: fluxo de demanda (v/h) da Origem/Destino i (se há faixa exclusiva, assumir $Q_i = 0$ na via)

TABELA 22-22. Correção para Pressão do Tráfego em Vias de Interconexões - HCM/2010

Demanda por Ciclo* (v/ciclo/faixa)	Tipo de Movimento (*)		
	direita	adiante	esquerda
3	0,947	0,947	0,953
6	0,961	0,961	0,971
9	0,974	0,974	0,991
12	0,988	0,988	1,011
15	1,003	1,003	1,032
18	1,018	1,018	1,054
21	1,033	1,033	1,077
24	1,049	1,049	1,100

* usar fator médio ponderado em faixas compartilhadas (sempre usar $N_{Qi} \leq 30$ por movimento).

TABELA 22-23. Correção para Raios de Curva em Vias de Interconexões - HCM/2010

Raio de Curva (*)	Tipo de Movimento		
	direita	adiante	esquerda
25ft (7,5m)	0,817	1,00	0,817
50ft (15m)	0,899	1,00	0,899
100ft (30m)	0,947	1,00	0,947
150ft (45m)	0,964	1,00	0,964
200ft (60m)	0,973	1,00	0,973
250ft (75m)	0,978	1,00	0,978
300ft (90m)	0,982	1,00	0,982
350ft (105m)	0,984	1,00	0,984

* raio de curva da trajetória da manobra de conversão em faixa exclusiva ou compartilhada.

- tempo morto adicional devido ao efeito de bloqueio adiante: calculado separadamente para o fluxo da via arterial e para o fluxo do ramal de ligação, a partir do tempo de verde comum com a interseção adiante na interconexão

. para o fluxo adiante da via arterial, o efeito de bloqueio por fila é

$$\ell_{DA} = G_A - 0,106.D_{QA} [\text{ft}] - 5,39 \frac{G_{UD}}{t_c} = G_A - 0,348.D_{QA} [\text{m}] - 5,39 \frac{G_{UD}}{t_c} \geq 0$$

. para a conversão à esquerda do ramal, o efeito de bloqueio é

$$\ell_{DR} = G_R - 0,106.D_{QR} [\text{ft}] - 5,39 \frac{G_{RD}}{t_c} = G_R - 0,348.D_{QR} [\text{m}] - 5,39 \frac{G_{RD}}{t_c} \geq 0$$

Intersection I Phasing Scheme	Intersection II Phasing Scheme	Conversion Green Time (Yellow/Red)
		CG _L
		CG _L

onde G_A, G_R : duração do tempo de verde da via arterial ou ramal (seg)

G_{UD}, G_{RD} : verde comum com semáforo adiante na arterial ou ramal (seg)

D_{QA}, D_{QR} : distância até o fim da fila no início do verde da arterial ou ramal

$$D_{QA} = D - z_{D,tA} \quad \text{e} \quad z_{D,tA} = \ell_v \cdot \left(0,0107 \cdot \frac{q_R}{N_R} - 7,96 \cdot \frac{G_D}{t_c} - 0,082 \cdot G_{UD} + 7,96 \cdot \frac{G_R}{t_c} \right)$$

$$D_{QR} = D - z_{D,tR} \quad \text{e} \quad z_{D,tR} = \ell_v \cdot \left(0,0107 \cdot \frac{q_A}{N_A} - 7,96 \cdot \frac{G_D}{t_c} - 0,082 \cdot G_{RD} + 7,96 \cdot \frac{G_A}{t_c} \right)$$

$z_{D,t} [0; D]$: extensão da fila interna no início do verde da arterial ou ramal

q_A, q_R : fluxo de tráfego (v/h) da arterial ou ramal (em N_A, N_R faixas)

(t_c : tempo de ciclo; G_D : verde adiante; ℓ_v : espaçamento/veículo na fila)

- tempo morto adicional devido ao efeito de fluxo vazio adiante: calculado como o tempo sem fila e sem fluxo no semáforo (DS=demanda não manifesta) adiante (sem distinguir a linha de retenção da via arterial ou da conversão à esquerda)

. tempo morto por fluxo vazio adiante: $\ell_{DS} = G_{DS} - n_{ini} \cdot h_s \geq 0$, onde

G_{DS} : verde comum com potencial demanda não manifesta

h_s : intervalo de saturação (seg/veículo) na dissipação da fila

n_{ini} : no.de veículos na fila interna (adiante) no início de G_{DS}

$$\text{com } n_{ini} = \frac{q_{Re} \cdot t_c}{N_{Re}} - \frac{g_{RD}}{h_s} + \frac{q_{AA} \cdot t_c}{N_{AA}} - \frac{g_{UD}}{h_s}, \quad g_{RD} = G_{RD} - \ell_{RD}, \quad g_{UD} = G_{UD} - \ell_{UD} \geq 0$$

q_{Re} : fluxo de conversão à esquerda no ramal de entrada (em N_{Re} faixas)

q_{AA} : fluxo da via arterial que segue adiante na própria via (em N_{AA} faixas)

ℓ_{UD}, ℓ_{RD} : tempo morto (pretensamente durante o verde comum G_{UD}, G_{RD}) (assume chegadas/partidas uniformes e todo fluxo escoar em cada ciclo)

Intersection I Phasing Scheme	Intersection II Phasing Scheme	Potential Demand (Yellow/Red)
		CG _L

- ajustes do verde efetivo: de forma geral $\ell'_i = \ell_i + \delta \ell_i$ e $g_{efi} = G_i + I_{ai} - \ell'_i$,

interseção de entrada: arterial: $\delta \ell_{UA} = \ell_{DA}$, ramal: $\delta \ell_{UR} = \ell_{DR}$ (esquerda),

interseção adiante: $\delta \ell_D = \ell_{DS}$ (adiante, sem distinguir saída à esquerda)

Procedimentos para Complementares:

recomendações para interconexões com interseções com rotatórias ou com sinalização de prioridade (R1/R2) são sumárias e genéricas ...
(em geral aplicam-se os métodos da discussão específica no HCM/2010)

análise para seleção do tipo de interconexão: introduzida no HCM/2010

- compara 8 tipos de configuração em diamante (SPUI, TUDI, CUDI, CDI) ou com trevos incompletos (PA-4Q, PA-2Q, PB-4Q, Pb-2Q) ...
- baseado em método desenvolvido pelo TTI (FHWA-TX-04-0-4538-1,2,3) que também analisa o tratamento das interseções em interconexões ...
- utiliza uma análise simplificada para identificar a configuração que obtém o menor atraso total nas interseções na interconexão ... considerando esquemas de controle e espaçamento entre interseções número de faixas nas aproximações, baías de conversão, ...
- não discute outros aspectos envolvidos na seleção da configuração (impacto na via expressa/rodovia, restrições físicas, risco de acidentes, custo de construção e operação, impactos no ambiente e uso do solo)

análise das rotas das manobras: mesma introduzida no HCM/2010 (trivial)

Comentários sobre o Procedimento do U.S.HCM/2010

- versão aprimorada (ainda incipiente) da proposta no HCM/2000;
- discute problemas relevantes para interseções em interconexões
- complemento interessante para a análise de sistemas expressos (e sua integração com a análise de redes urbanas e vias arteriais)
- propõe critérios relevantes para interseções compostas em geral
- menciona fenômenos de bloqueio e fluxo vazio mas análise é insuficiente (avalia efeito de bloqueios por fila e fluxo vazio com base em modelos empíricos mas elimina discussão sobre controle e coordenação dos semáforos adjacentes e deixa de considerar muitas alternativas de configuração também usuais ...)
(discussão e método mais geral cabem melhor com interseções semaforizadas)
- deve-se esperar a evolução futura do método de análise ...

VER EXERCÍCIO INTERCONEXÃO-HCM/2010