جامعة تشرين

كلية الهندسة المدنية

قسم هندسة المواصلات والنقل

أمثلة محلوله ***Sample Calculations***

اعداد: م. سامر زريق

مسألة 1:

يبين الشكل المرفق تقاطع T (T intersection) ، غير مجهز بإشارات ضوئية Unsignalized intersection لشارعي Market و Jones في الولايات المتحدة الأمريكية يتوضعان في منطقة حضرية Urban Areaعدد سكانها 100000 نسمة ، شارع Market عبارة عن شارع تجميعي Collector Street بحارتي مرور فيه حارة مخصصة للانعطاف نحو اليسار على كلا ذراعي الشارع Both Approach .

أما شارع Jones الثانوي فهو شارع تخديمي Serving Street بحارتي مرور منظم بإشارة " توقف " Controlled With a" Stop" Sign، الغزارات الاتجاهية والميول ومعامل عدم توازن الحركة في ساعة الذروة مبينة على الشكل .

المطلوب حساب الضياعات الزمنية وتقييم مستوى الخدمة لأذرع هذا التقاطع .

الحل :

من خلال ورقة العمل المبينة بالشكل (6.4) يتم تلخيص وتنظيم خطوات الحل .

باعتبار أنه لا توجد معطيات حول تركيب الرتل في الشارعين ، فقد تم ضرب الغزارات المعطاة بـ 1.10 لتعكس بشكل واقعي طبيعة تركيب الرتل .

تصحيح الغزارات Volume Adjustment						
رقم الحركة Movement No,	2	3	4	5	7	9
الغزارة Volume , V (vph)	250	40	150	300	40	120
الغزارة جدول (4-1) Volume , v (pcph)			165		44	132
الخطوة الأولى : الانعطاف نحو اليمين من الشارع الثانوي RT from Minor Street						
التدفق المتصادم Conflicting Flows شكل (1.4)	$V_{c,9} = ½ V_3 + V_2$=20+250= 270vph					
السعة الممكنة Potential Capacity شكل	$C_{p,9}$ = 1010 pcph					

(3.4و4) سعة الحركة Movement Capacity	$C_{m,9} = C_{p,9} = 1010$ pcph
الخطوة الثانية : الانعطاف نحو اليسار من الشارع الرئيسي LT from Major Street	
التدفق المتصادم Conflicting Flows شكل (1.4) السعة الممكنة Potential Capacity شكل (3.4و4) سعة الحركة Movement Capacity احتمال وجود الرتل للتيار المتصادم احتمال وجود الرتل للتيار المتصادم لحارة الانعطاف نحو اليسار من الشارع الرئيسي	$V_{c,4} = V_3 + V_2 = 40+250 = 290$vph $C_{p,4} = 1250$ pcph $C_{m,4} = C_{p,4} = 1250$ pcph $P_{0,4} = 1-V_4/C_{m,4} = 0.87$ $P^* = 1- (1-P_{0,4} / 1- (V_s /S_s)) =$ NA
الخطوة الثالثة : الانعطاف نحو اليسار من الشارع الثانوي LT from Minor Street	
التدفق المتصادم Conflicting Flows شكل (1.4) السعة الممكنة Potential Capacity شكل (3.4و4) عامل السعة المصححة بتأثير الحركات المتصادمة سعة الحركة Movement Capacity	$V_{c,7} = 1/2V_3 + V_2+V_5+V_4 = 300+20+250+150 = 720$vph $C_{p,7} = 410$ pcph $F_7 = P_{04} = 0.87$ $C_{m,7} = f_7 * C_{p,7} = 357$ pcph
سعة الحارات المشتركة Shared – Lane Capacity: $C_{SH} = V_7+V_9 / [(V_7 / C_{m,7}) +(V_9 / C_{m,9})] = [44+132] / [(44/357)+(132/1010)] = 693$pcph	

رقم الحركة	V (pcph)	C_m (pcph)	C_{SH} (pcph)	معدل التأخر شكل (7.4)	مستوى الخدمة LOS*	التأخر DA
7	44	357	693	12 7 (مشترك)	C B (مشترك)	6 (وحيدة)
9	132	1010		4	A	7 (مشتركة)
4	165	1250		3	A	1
متوسط التأخر الكلي للتقاطع : المعادلة (10-14) $D = D_7*V_7+D_9*V_9+D_4*V_4 / (V_2+V_3+V_4+V_5+V_9)$ $D = 1.6$ Sec/veh الحارة وحيدة و $D = 1.7$ Sec/veh الحارة مشتركة						

* جدول (2-4)

مسألة 2:

يبين الشكل تقاطع رباعي غير مجهز بإشارات ضوئية لشارعين Walnut و Elm يتوضعان في منطقة عدد سكانها 150000 نسمة ، شارع Walnut عبارة عن شارع شرياني Arterial Street بأربع حارات مرور واحدة مخصصة للانعطاف نحو اليسار ، أما شارع Elm فهو شارع تجميعي بحارتي مرور منظم بإشارة " توقف " وقد وسع الذراع الشمالي بإضافة حارة مخصصة للانعطاف نحو اليسار .

المطلوب حساب الضياعات الزمنية وتقييم مستوى الخدمة لأذرع هذا التقاطع .

الحل :

من خلال ورقة العمل المبينة بالشكل (6.4) يتم تلخيص وتنظيم خطوات الحل .

باعتبار أنه لا توجد معطيات حول تركيب الرتل في الشارعين ، فقد تم ضرب الغزارات المعطاة بـ 1.10 لتعكس بشكل واقعي طبيعة تركيب الرتل .

تصحيح الغزارات Volume Adjustment						
رقم الحركة Movement No,	9	2	4	5	8	7
الغزارة Volume , V (vph)	55	250	73	300	132	44
الغزارة شكل (1.4) Volume , v (pcph)	60		165		145	48
الخطوة الأولى : الانعطاف نحو اليمين من الشارع الثانوي RT from Minor Street						
التدفق المتصادم Conflicting Flows شكل (1.4) السعة الممكنة Potential Capacity شكل (3.4 و4) سعة الحركة Movement Capacity احتمال وجود الرتل للتيار المتصادم	$Vc_{,9} = ½ V_3 + V_2 = 250+50 = 300vph$ $Cp_{,9}$ = 1160 pcph $Cm_{,9} = cp_{,9}$ = 1160pcph $P0_{,9}=1-v_9/cm_9=0.95$					
الخطوة الثانية : الانعطاف نحو اليسار من الشارع الرئيسي LT from Major Street						
التدفق المتصادم Conflicting Flows شكل (1.4) السعة الممكنة Potential Capacity شكل (3.4 و4) سعة الحركة Movement Capacity احتمال وجود الرتل للتيار المتصادم احتمال وجود الرتل للتيار المتصادم لحارة الانعطاف نحو اليسار من الشارع الرئيسي	$Vc_{,4} = V_3 + V_2 = 250+50 = 300vph$ $Cp_{,4}$ = 1180 pcph $Cm_{,4} = cp_{,4}$ = 1180 pcph $P0_{,4}= 1-V_4/cm_{,4}$ = 0.94 $P^* = 1- (1-P0_{,4} / 1- (Vs /Ss))$ = NA					
الخطوة الثالثة : الحركة للأمام من الشارع الثانوي TH from Minor Street						

التدفق المتصادم Conflicting Flows شكل (1.4)	$Vc,_8= 1/2V_3 + V_2+V_1+V_6+V_5+V_4$
السعة الممكنة Potential Capacity شكل (4-3و4)	=25+250+33+100+300+66= 774vph
عامل السعة المصححة بتأثير الحركات المتصادمة	$Cp,_8$ = 390 pcph
سعة الحركة Movement Capacity	$F_8 = P0._4*p0.1 = 0.91$
احتمال وجود الرتل للتيار المتصادم	$Cm,_8 = f8 *cp,_8$ = 355 pcph
	$P0._8=1-V_8/cm_8=0.59$

الخطوة الرابعة : الانعطاف نحو اليسار من الشارع الثانوي LT from Minor Street

التدفق المتصادم Conflicting Flows جدول (1.4)	$Vc,_7 = 1/2V_3 + V_2+V_1+1/2(V_6)+V_5+V_4+1/2(V_{11}+V_{12})=$
السعة الممكنة Potential Capacity شكل (4-3و4)	=25+250+33+0+300+66+55=729 vph
معامل تأثير التصادمات من حركات بمستوى أعلى Pi	$Cp,_7$ = 360 pcph
معامل التصحيح للعامل السابق p	$P_7=p0.11*f11=0.61$
عامل السعة المصححة بتأثير الحركات المتصادمة	P_7=0.7 fig (10-6)
سعة الحركة Movement Capacity	$F_7 = P_7*p0.12 = 0.68$
	$C_{m,7} = f7 *cp,_7$ = 245 pcph

رقم الحركة	V (pcph)	Cm (pcph)	C_{SH} (pcph)	معدل التأخر شكل (10-7)	مستوى الخدمة LOS*	التأخر DA
7	48	245	445	18	C	14 وحيدة
8	145	355		17-15	C-C	16 مشتركة
9	60	1160		3	A	

متوسط الأخر الكلي للتقاطع : المعادلة (10-14) / $D= D_7*V_7+D_9*V_9+D_8*V_8$ $(V_2+V_3+V_4+V_5+V_9)$

D= 5.4 Sec/veh الحارة وحيدة D= 4.7 Sec/veh الحارة مشتركة و

جدول (4-2)

تصحيح الغزارات Volume Adjustment						
رقم الحركة Movement No,	1	3	10	6	11	12
الغزارة Volume , V (vph)	33	50	11	100	110	28
الغزارة جدول (4-1) Volume , v (pcph)	36		12		121	31

الخطوة الأولى : الانعطاف نحو اليمين من الشارع الثانوي RT from Minor Street

التدفق المتصادم Conflicting Flows شكل (4-1)	$Vc,_{12} = ½ V_6 + V_5$=50+150= 200vph
السعة الممكنة Potential Capacity شكل (4-	$Cp,_{12}$= 1100 pcph

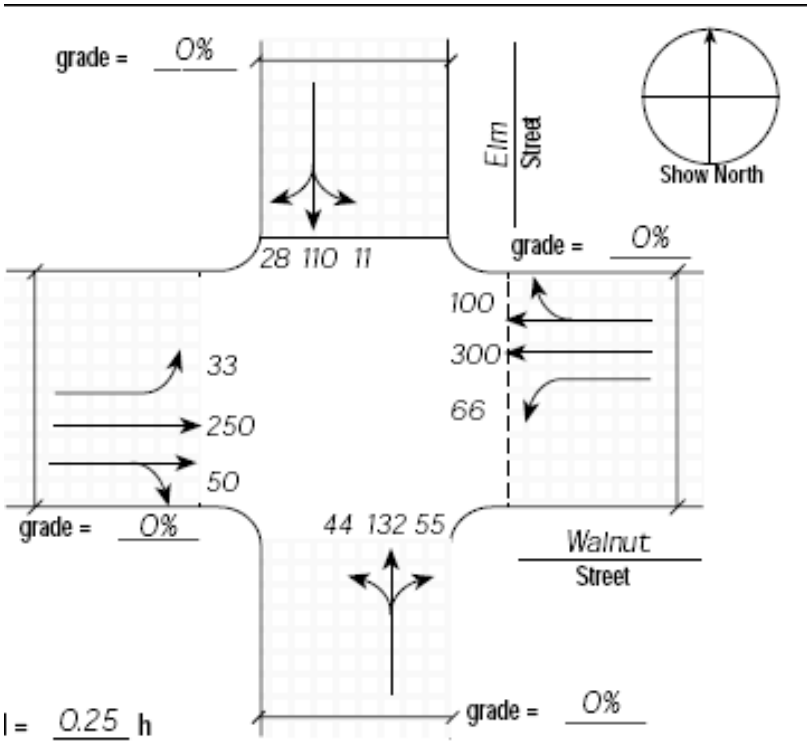
3و4)	$Cm_{,12} = cp_{,12} = 1100pcph$
سعة الحركة Movement Capacity	$P0._{12}=1-v_{12}/cm_{12}=0.97$
احتمال وجود الرتل للتيار المتصادم	
الخطوة الثانية : الانعطاف نحو اليسار من الشارع الرئيسي LT from Major Street	
التدفق المتصادم Conflicting Flows شكل (4-1)	$Vc,_1 = V_5 + V_6=300+100= 400vph$
السعة الممكنة Potential Capacity شكل (4-3و4)	$Cp,_1 = 1050$ pcph
سعة الحركة Movement Capacity	$Cm,_1 = cp,_1 = 1050$ pcph
احتمال وجود الرتل للتيار المتصادم	$P0,_1= 1-V_1/cm,_1 = 0.97$
احتمال وجود الرتل للتيار المتصادم لحارة الانعطاف نحو اليسار من الشارع الرئيسي	$P^* = 1- (1-P0,_1 / 1- (Vs /Ss)) = NA$
الخطوة الثالثة : الحركة للأمام من الشارع الثانوي TH from Minor Street	
التدفق المتصادم Conflicting Flows شكل (4-1)	$Vc,_{11}= 1/2V_6 + V_5+V_4+V_3+V_2+V_1$ $=50+300+66+50+250+33=$ 749vph
السعة الممكنة Potential Capacity شكل (4-3و4)	$Cp,_{11} = 400$ pcph
عامل السعة المصححة بتأثير الحركات المتصادمة	$F_{11} = P0._4*P0._1 = 0.91$
سعة الحركة Movement Capacity	$Cm,_{11} = f11 *cp,_{11} = 364$ pcph
احتمال وجود الرتل للتيار المتصادم	$P0._{11}=1-V_{11}/cm_{11}=0.67$
الخطوة الرابعة : الانعطاف نحو اليسار من الشارع الثانوي LT from Minor Street	
التدفق المتصادم Conflicting Flows شكل (4-1)	$Vc,_{10} = 1/2V_6 +$ $V_5+V_4+1/2V_3+V_2+V_1+1/2(V_8+V_9)=$
السعة الممكنة Potential Capacity شكل (4-3و4)	$=50+300+66+0+250+33+66=765$ vph
معامل تأثير التصادمات من حركات بمستوى أعلى Pi	$Cp,_{10} = 345$ pcph
معامل التصحيح للعامل السابق p	$P_{10}=p0._8*f8=0.54$
عامل السعة المصححة بتأثير الحركات المتصادمة	$P_{10}=0.64$ fig (10-6)
سعة الحركة Movement Capacity	$F_{10} = P_{10}*p0._9 = 0.61$
	$Cm,_{10} = f10 *cp,_{10} = 210$ pcph

رقم الحركة	V (pcph)	Cm (pcph)	C_{SH} (pcph)	معدل التأخر شكل (10-7)	مستوى الخدمة LOS	التأخر DA
10	12	210	393	18	C	13 (وحيدة)
11	121	364		16-15	C-C	16 مشتركة
12	31	1100		3	A	

مسألة 3:

تقاطع طرقي منظم بإشارة قف TWSC، الشارع الرئيسي EB-WB والشارع الثانوي NB-SB ،
يطلب تحديد أزمنة التأخير ومستوى الخدمة على أذرع الشارع الثانوي. علماً أن :

- الطريق الرئيسي مكون من 4 حارات مرور، – الطريق الثانوي بحارتين،
- نسبة العربات الثقيلة 10%، – المنطقة مستوية
- لا توجد حركة مشاة على التقاطع،
- يبين الشكل توزع الحركة على حارات المرور، مع وجود حارة مخصصة للانعطاف لليسار على الشارع الرئيسي على اتجاهي الحركة (الحركات 1 و 4)،



الثغرة الحرجة وزمن التتابع:

$t_{c,x} = t_{c,base} + t_{c,HV}\, P_{HV} + t_{c,G}\, G - t_{c,T} - t_{3,LT}$								
انعطاف لليسار من الثانوي		حركة مستقيمة من الثانوي		انعطاف لليمين من الثانوي		انعطاف لليسار من الرئيسي		
10	7	11	8	12	9	4	1	الحركة
7.5	7.5	6.5	6.5	6.9	6.9	4.1	4.1	$t_{c,base}$
2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	$t_{c,HV}$
0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	P_{HV}
0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	–	–	$t_{c,G}$
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	G
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	$t_{c,T}$(مرحلة 1)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	$t_{3,LT}$ (مرحلة 1)
7.70	**7.70**	**6.70**	**6.70**	**7.10**	**7.10**	**4.30**	**4.30**	**t_c**
$t_{f,x} = t_{f,base} + t_{f,HV} * P_{HV}$								
10	7	11	8	12	9	4	1	الحركة
3.5	3.5	4.0	4.0	3.3	3.3	2.2	2.2	$t_{f,base}$
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	$t_{f,HV}$
0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	P_{HV}
3.60	**3.60**	**4.10**	**4.10**	**3.40**	**3.40**	**2.30**	**2.30**	**t_f**

حساب الغزارات المتصادمة والإعاقة والسعة:

الحركة المنعطفة لليمين من الشارع الثانوي RT:	V_9	V_{12}
الغزارة المتصادمة :	$v_{c,9} = \frac{v_2^{[b]}}{N} + 0.5v_3^{[c]} + v_{14} + v_{15}$ $V_{c,9}$=150 veh/h	$v_{c,12} = \frac{v_5^{[b]}}{N} + 0.5v_6^{[c]} + v_{13} + v_{16}$ $V_{c,12}$=200 veh/h
السعة الممكنة:	$C_{p,x} = V_{c,x} \frac{e^{-V_{c,x} t_{c,x}/3600}}{1 - e^{-V_{c,x} t_{c,x}/3600}}$ veh/h $C_{P,9}$=867	$C_{P,12}$=783 veh/h
معامل إعاقة المشاة:	$P_{P,9}$=1.0	$P_{P,12}$=1.0
سعة الحركة:	$C_{m,9}=C_{P,9}.\ P_{P,9}$=867 veh/h	$C_{m,12}=C_{P,12}.\ P_{P,12}$=783 veh/h
احتمال حالة عدم تكون الرتل :	$P_{0,9}$=1- V_9/ $C_{m,9}$=0.937	$P_{0,12}$=1- V_{12}/ $C_{m,12}$=0.937
الحركة المنعطفة لليسار من الشارع الرئيسي LT:	V_1	V_4
الغزارة المتصادمة :	$v_{c,1} = v_5 + v_6^{[a]} + v_{16}$	$v_{c,4} = v_2 + v_3^{[a]} + v_{15}$

	$V_{c,1}$=400 veh/h	$V_{c,4}$=300 veh/h
السعة الممكنة:	$C_{P,}1$=1100 veh/h	$C_{P,4}$=1216 veh/h
معامل إعاقة المشاة:	$P_{P,}1$=1.0	$P_{P,4}$=1.0
سعة الحركة:	$C_{m,}1=C_{P,1}.\ P_{P,1}$=1100 veh/h	$C_{m,4}=C_{P,4}.\ P_{P,4}$=1216 veh/h
احتمال حالة عدم تكون الرتل :	$P_{0,1}$=1- V_1/ $C_{m,1}$=0.970	$P_{0,4}$=1- V_4/ $C_{m,4}$=0.946
الحركة المستقيمة من الشارع الثانوي TH:	V_8	V_{11}
الغزارة المتصادمة :	$v_{c,I,8} = 2v_1 + v_2 + 0.5v_3^{[c]} + v_{15}$ $v_{c,II,8} = 2v_4 + v_5 + v_6^{[a]} + v_{16}$ $V_{c,8}$=873 veh/h	$v_{c,I,11} = 2v_4 + v_5 + 0.5v_6^{[c]} + v_{16}$ $v_{c,II,11} = 2v_1 + v_2 + v_3^{[a]} + v_{15}$ $V_{c,11}$=848 veh/h
السعة الممكنة:	$C_{P,8}$=277 veh/h	$C_{P,11}$=287 veh/h
معامل إعاقة المشاة:	$P_{P,8}$=1.0	$P_{P,11}$=1.0
معامل الإعاقة:	$F_8= P_{0,4}\ .P_{0,1}.P_{P,8}$=0.917	$f_{11}= P_{0,4}\ .P_{0,1}.P_{P,11}$=0.917
سعة الحركة:	$C_{m,8}=C_{P,8}.f_8$=254 veh/h	$C_{m,11}=C_{P,11}.f_{11}$=263 veh/h
احتمال حالة عدم تكون الرتل :	$P_{0,8}$=0.480	$P_{0,11}$=0.582
الحركة المنعطفة لليسار من الشارع الثانوي LT:	V_7	V_{10}
الغزارة المتصادمة :	$v_{c,I,7} = 2v_1 + v_2 + 0.5v_3^{[c]} + v_{15}$ $v_{c,II,7} = 2v_4 + \frac{v_5}{N} + 0.5v_6^{[d]} + 0.5v_{12}^{[e,f]} + 0.5v_{11} + v_{13}$ $V_{c,7}$=678 veh/h	$v_{c,I,10} = 2v_4 + v_5 + 0.5v_6^{[c]} + v_{16}$ $v_{c,II,10} = 2v_1 + \frac{v_2}{N} + 0.5v_3^{[d]} + 0.5v_9^{[e,f]} + 0.5v_8 + v_{14}$ $V_{c,10}$=739 veh/h
السعة الممكنة:	$C_{P,7}$=331 veh/h	$C_{P,10}$=298 veh/h
معامل إعاقة المشاة:	$P_{P,7}$=1.0	$P_{P,10}$=1.0
معامل الإعاقة:	$P''_7=p_{0,11}.f_{11}$=0.534 $p' = 0.65\,p'' - \frac{p''}{p''+3} + 0.6\sqrt{p''}$ P'_7=0.634 (eq.17-8) $f_7= P'_7.P_{0,12}.P_{P,7}$=0.611 P' التداخل في التأثير بين الحركات الثانوية من المستوى 2و3	f_8=0.440 $_8P''_{10}=p_{0,}$ P'_{10}=0.556 (eq.17-8) $f_{10}= P'_{10}.P_{0,9}.P_{P,10}$=0.521 (P'') تأثير معامل الإعاقة للحركة الثانوية من المستوى الأعلى والذي يدخل فيه تأثير f_{11} و F_8 وهم يدخلون تأثير الحركات 4 و 1
سعة الحركة:	$C_{m,7}=C_{P,7}.f_7$=202 veh/h	$C_{m,10}=C_{P,10}.f_{10}$=155 veh/h

(a) إذا كان الانعطاف نحو اليمين من الشارع الرئيسي يتم من خلال جزيرة ثلاثية الشكل وتوجد إشارة Yield أو Stop عندها نهمل V_3 وV_6

(b) إذا كان عدد الحارات في الشارع الرئيسي أكثر من حارة عندها نأخذ v_2/N و v_5/N,

(c) إذا كان الانعطاف نحو اليمين من الشارع الرئيسي يتم من خلال حارة عندها نهمل V_3 وV_6

(d) إذا كان الشارع الرئيسي متعدد الحارات نهمل تأثير V_3 عند حساب V_{10} و نهمل تأثير V_6 عند حساب V_7

(e) إذا كان الانعطاف نحو اليمين من الشارع الرئيسي يتم من خلال جزيرة ثلاثية الشكل وتوجد إشارة Yield أو Stop عندها نهمل V_9 وV_{12}

(f) نهمل V_9 وV_{12} في الأماكن متعددة الحارات وإذا كان هنالك توسعا بالشارع الرئيسي يمكن أخذ نصف القيمة

$$c_{SH} = \frac{\sum_y v_y}{\sum_y \left(\frac{v_y}{c_{m,y}} \right)} \qquad (17\text{-}15)$$

سعة الحارات المشتركة:

C_{sh} (veh/h)	C_m (veh/h)	V(veh/h)		**الحركة:**
288	202	44	**231**	7
	254	132		8
	867	55		9
284	155	11	**149**	10
	263	110		11
	783	28		12

أزمنة التأخير ومستوى الخدمة:

$$d = \frac{3600}{c_{m,x}} + 900T\left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}}\right)\left(\frac{v_x}{c_{m,x}}\right)}{450T}}\right] + 5 \qquad (17\text{-}38)$$

d = control delay (s/veh),
v_x = flow rate for movement x (veh/h),
$c_{m,x}$ = capacity of movement x (veh/h), and
T = analysis time period (h) (T = 0.25 for a 15-min period).

مستوى الخدمة	زمن التأخير	v/c	C_m (veh/h)	V(veh/h)	**الحركة:**
F	**53.5**	**0.802**	288	231	7
					8
					9
D	**30.9**	**0.525**	284	149	10
					11
					12

زمن التأخير للذراع :

$$d_A = \frac{d_r v_r + d_t v_t + d_l v_l}{v_r + v_t + v_l} \qquad (17\text{-}40)$$

حيث:

where

d_A = control delay on the approach (s/veh);

d_r, d_t, d_l = computed control delay for the right-turn, through, and left-turn movements, respectively (s/veh); and

v_r, v_t, v_l = volume or flow rate of right-turn, through, and left-turn traffic on the approach, respectively (veh/h).

مسألة 4:

تقاطع على شكل T مع حارة مخصصة للانعطاف لليسار على الذراع الغربي، يطلب تحديد أزمنة التأخير ومستوى الخدمة؟

المعطيات:

– طريق رئيسي بحارتين، – طريق ثانوي بحارتي مرور، – منطقة مستوية، – لا توجد حركات مشاة، – 10% عربات ثقيلة، عدم وجود شكل هندسي خاص للتقاطع، – "إشارة "قف" على الذراع الثانوي للتقاطع.

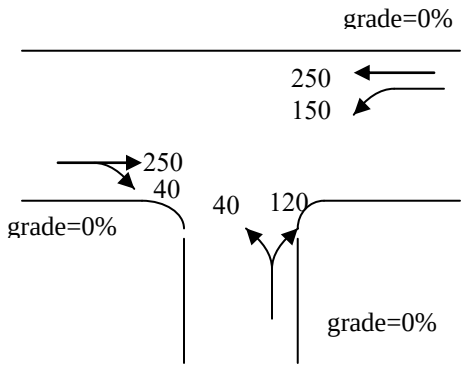
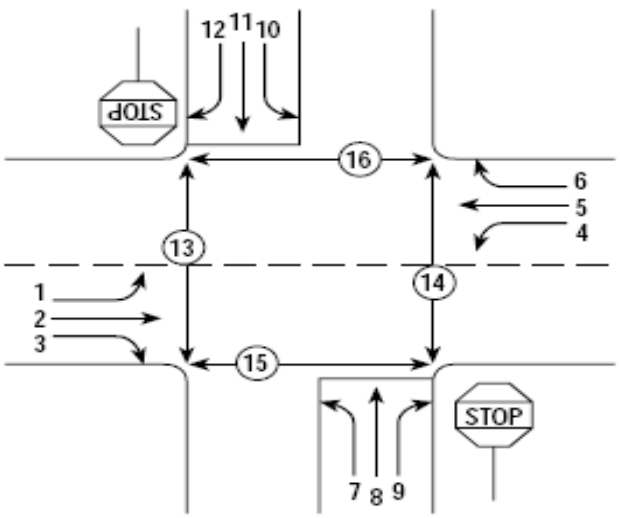


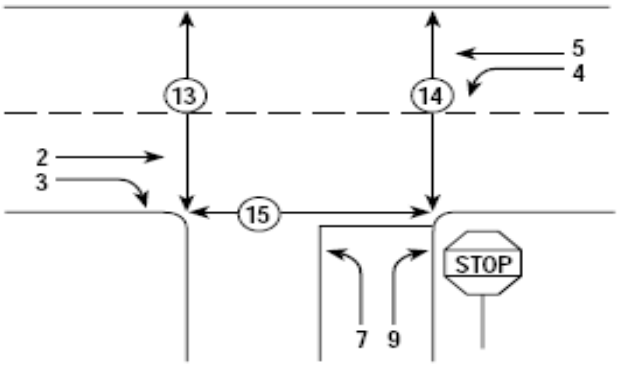
EXHIBIT 17-3. TRAFFIC STREAMS AT A TWSC INTERSECTION

Four-leg intersection



Rank	Traffic stream
1	2, 3, 5, 6, 15, 16
2	1, 4, 13, 14, 9, 12
3	8, 11
4	7, 10

T-intersection



Rank	Traffic stream
1	2, 3, 5, 15
2	4, 13, 14, 9
3	7

الحل:

غزارات العربات وتصحيحها:						
الحركة	2	3	4	5	7	9
الغزارة (veh/h)	250	40	150	300	40	120
PHF	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
معدل الغزارة (veh/h)	250	40	150	300	40	120
العربات الثقيلة P_{HV}	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

الثغرة الحرجة وزمن التتابع:

$$t_{c,x} = t_{c,base} + t_{c,HV}\, P_{HV} + t_{c,G}\, G - t_{c,T} - t_{3,LT}$$

	انعطاف لليسار من الرئيسي		انعطاف لليمين من الثانوي		حركة مستقيمة من الثانوي		انعطاف لليسار من الثانوي	
الحركة	1	4	12	9	11	8	10	7
$t_{c,base}$		4.1		6.2				7.1
$t_{c,HV}$		1.0		1.0				1.0
P_{HV}		0.10		0.10				0.10
$t_{c,G}$				0.1				0.2
G		0.0		0.0				0.0

	0.0				0.0	0.0		$t_{c, T}$(مرحلة 1)
	0.7				0.0	0.0		$t_{3,LT}$ (مرحلة 1)
	6.50				**6.30**	**4.20**		$\mathbf{t_c}$
$t_{f,x} = t_{f,base} + t_{f,HV}$								
10	7	11	8	12	9	4	1	الحركة
	3.5				3.3	2.2		$t_{f,base}$
	0.9				0.9	0.9		$t_{f,HV}$
	0.10				0.10	0.10		P_{HV}
	3.59				**3.39**	**2.29**		$\mathbf{t_f}$

حساب الغزارات المتصادمة والإعاقة والسعة:

	V_9	**الحركة المنعطفة لليمين من الشارع الثانوي RT:**
	$V_{c,9}$=270	الغزارة المتصادمة :
	$C_{P,9}$=750	السعة الممكنة:
	$P_{P,9}$=1.0	معامل إعاقة المشاة:
	$C_{m,9}=C_{P,9}. P_{P,9}$=750	سعة الحركة:
	$P_{P,9}=1- V_9/ C_{m,9}$=0.840	احتمال حالة عدم تكون الرتل :
	V_4	**الحركة المنعطفة لليسار من الشارع الرئيسي LT:**
	$V_{c,4}$=290	الغزارة المتصادمة :
	$C_{P,4}$=1227	السعة الممكنة:
	$P_{P,4}$=1.0	معامل إعاقة المشاة:
	$C_{m,4}=C_{P,4}. P_{P,4}$=1227	سعة الحركة:
	$P_{0,4}=1- V_4/ C_{m,4}$=0.878	احتمال حالة عدم تكون الرتل :
	V_7	**الحركة المنعطفة لليسار من الشارع الثانوي LT:**
	$V_{c,7}$=870	الغزارة المتصادمة :
	$C_{P,7}$=312	السعة الممكنة:
	$P_{P,7}$=1.0	معامل إعاقة المشاة:
	$f_7= P_{0,4} .P_{0,1}.P_{P,7}$=0.878	معامل الإعاقة:
	$C_{m,7}=C_{P,7}.f_7$=274	سعة الحركة:

$t_{c,4} = 4.1 + 1.0(0.10) + 0 – 0 – 0 = 4.200$ s
$t_{f,x} = 2.2 + 0.9(0.10) = 2.290$ s

TWSC - UNSIGNALIZED INTERSECTIONS WORKSHEET

Worksheet 1

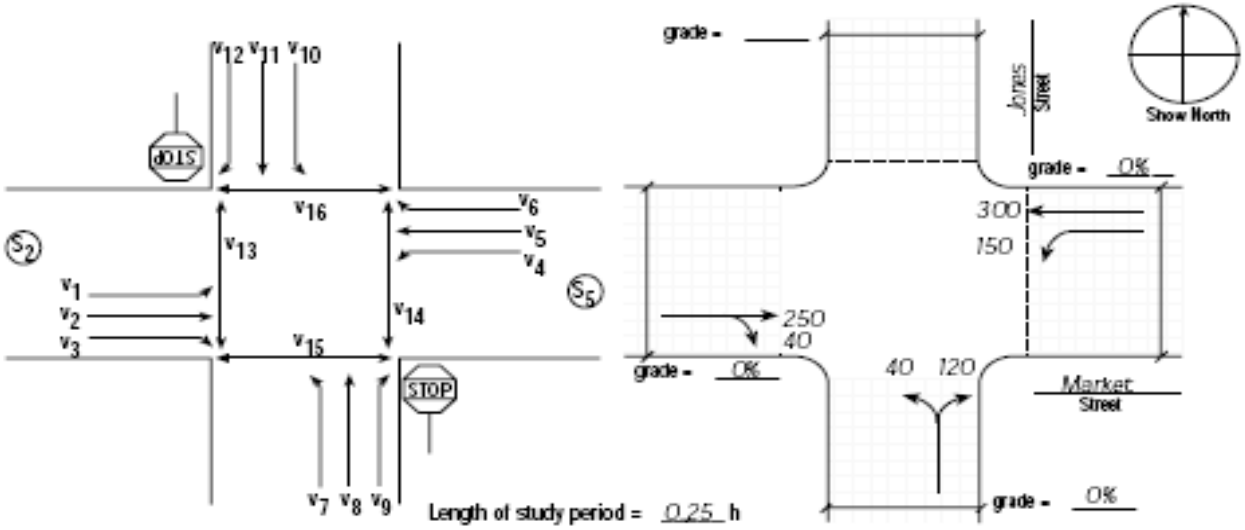
General Information

Analyst	KMN
Agency or Company	CEI
Date Performed	5/17/99
Analysis Time Period	AM Peak

Site Information

Intersection	Jones/Market
Jurisdiction	Latah County
Analysis Year	1999

Geometrics and Movements



Worksheet 2

Vehicle Volumes and Adjustments

Movement	Vehicle Volumes and Adjustments											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Volume (veh/h)		250	40	150	300		40		120			
Peak-hour factor, PHF		1.00	1.00	1.00	1.00		1.00		1.00			
Hourly flow rate (veh/h)		250	40	150	300		40		120			
Proportion of heavy vehicles, P_{HV}		0.10	0.10	0.10	0.10		0.10		0.10			

Pedestrian Volumes and Adjustments

Movement	13	14	15	16
Flow, V_x (ped/h)	0	0	0	0
Lane width, w (m)				
Walking speed,[1] S_p (m/s)				
Percent blockage, f_p (Equation 17-11)				

1. Default walking speed = 1.2 m/s

Steps	
1. Data input.	Worksheets 1 and 2
2. Site characteristics.	Worksheet 3 - lane designation, grade, right-turn channelization, and arrival type
3. t_c and t_f (use Equations 17-1 and 17-2 and Exhibit 17-5).	$t_{c,x} = t_{c,base} + t_{c,HV} P_{HV} + t_{c,G} G - t_{c,T} - t_{3,LT}$ $t_{f,x} = t_{f,base} + t_{f,HV} P_{HV}$ $t_{c,4} = 4.1 + 1.0(0.10) + 0 - 0 - 0 = 4.200$ s $t_{f,x} = 2.2 + 0.9(0.10) = 2.290$ s
4. Skip Worksheets 5a through 5e.	No upstream signals within 0.4 km
5. Movement capacity $c_{m,x}$ accounting for impedance (use Equation 17-4).	$v_{c,9} = \frac{v_2}{N} + 0.5v_3 + v_{14} + v_{15}$ $v_{c,9} = 250 + 20 + 0 + 0 = 270$ veh/h $c_{p,x} = v_{c,x} \frac{e^{-v_{c,x}t_{c,x}/3,600}}{1 - e^{-v_{c,x}t_{t,x}/3,600}}$ $c_{p,9} = 270 * \frac{e^{-270*6.300/3,600}}{1 - e^{-270*3.390/3,600}} = 750$ veh/h $c_{m,9} = c_{p,9} * P_{p,9} = 750\ (1) = 750$ veh/h $P_{0,i} = 1 - \frac{v_i}{c_{m,i}}$ $P_{0,9} = 1 - \frac{120}{750} = 0.840$
6. Skip Worksheets 7a and 7b.	No two-stage gap acceptance
7. Shared-lane capacity (use Equation 17-15).	Worksheet 8 - Movements 7 and 9 share the same lane $c_{SH} = \frac{\sum_y v_y}{\sum_y \frac{v_y}{c_{m,y}}}$ $c_{SH(NB)} = \frac{40 + 120}{\frac{40}{274} + \frac{120}{750}} = 523$ veh/h
8. Skip Worksheet 9.	No flared minor-street approach

9. Control delay and LOS (use Equation 17-38 and Exhibit 17-2).	Worksheet 10 $d = \frac{3,600}{c_{m,x}} + 900T[\ldots] + 5$ $d_{NB} = \frac{3,600}{523} + 900(0.25)[\ldots] + 5 = 14.9$ s LOS B
10. Skip Worksheet 11.	No Rank 1 vehicle delay

EXAMPLE PROBLEM 2

The Intersection A TWSC intersection with upstream signals. The major street is Walnut St. (EB/WB) and the minor street is Elm St. (NB/SB).

The Question What are the delay and level of service of the minor-street approaches?

The Facts

□ Four-lane major street, □ 10 percent HV,

□ Two-lane minor street, □ Upstream signals in both major-street directions, and

□ Level grade, □ No pedestrians.

Outline to Solution The steps below show the northbound approach calculations only. Calculations for other approaches are shown on the worksheets.

Steps

1.	Data input.	Worksheets 1 and 2
2.	Site characteristics.	Worksheet 3 - lane designation, grades, right-turn channelization, and upstream signals
3.	t_c and t_f (s) (use Equations 17-1 and 17-2 and Exhibit 17-5).	$t_{c,x} = t_{c,base} + t_{c,HV} P_{HV} + t_{c,G} G - t_{c,T} - t_{3,LT}$ $t_{c,1} = 4.1 + 2.0(0.10) + 0 - 0 - 0 = 4.300$ s $t_{f,x} = t_{f,base} + t_{f,HV} P_{HV}$ $t_{f,x} = 2.2 + 1.0(0.10) = 2.300$ s
4.	Effect of upstream signals	Worksheets 5a through 5e
	Proportion of vehicles arriving during green, P (use Equation 17-17).	$P = R_p \frac{g_{eff}}{C}$ $P = 0.33 \frac{30}{80} = 0.124$
	Discharge time (use Equations 17-18, 17-19, and 17-20).	For Movement 2 $g_q = g_{q1} + g_{q2}$ $g_{q1} = \frac{v_{prog} C(1-P)}{s} = \frac{250(80)(1-0.124)}{3,600} = 4.867$ $g_{q2} = \frac{v_{prog} CP g_{q1}}{s g_{eff} - v_{prog} CP} = \frac{250(80)(0.124)(4.867)}{3,600(30) - 250(80)(0.124)} = 0.114$ $g_q = 4.867 + 0.114 = 4.981$
	Maximum platoon flow rate, $v_{c,max}$ (use Equation 17-21).	$v_{c,max} = sf[1 - (1 - F)^{g_q}]$ $v_{c,max} = 3,600(0.751)[1 - (1 - 0.253)^{4.981}] = 2,071$ veh/h
	Minimum platoon flow rate, $v_{c,min}$.	$v_{c,min} = 1,000(2) = 2,000$
	Duration of blocked period, $t_{p,l}$ (use Equation 17-22).	$t_{p,l} = g_q - \frac{\ln\left[\left(1 - \frac{v_{c,min}}{sf}\right)\left(\frac{v_{c,max} - v_{prog} R_p f}{v_{c,min} - v_{prog} R_p f}\right)\right]}{\ln(1-F)}$ $t_{p,2} = 4.981 - \frac{\ln\left[\left(1 - \frac{2,000}{3,600(0.751)}\right)\left(\frac{2,071 - 250(0.33)(0.751)}{2,000 - 250(0.33)(0.751)}\right)\right]}{\ln(1-0.253)} = 0.489$
	Proportion of time blocked (use Equation 17-23).	$p_1 = \frac{t_{P,T} + t_{P,L}}{C}$ $p_2 = \frac{0.489}{80} = 0.006$