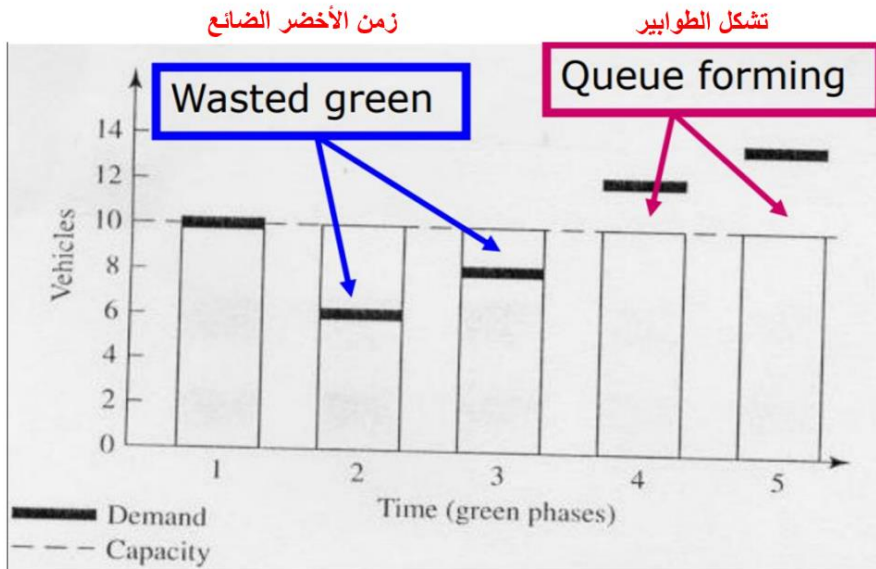
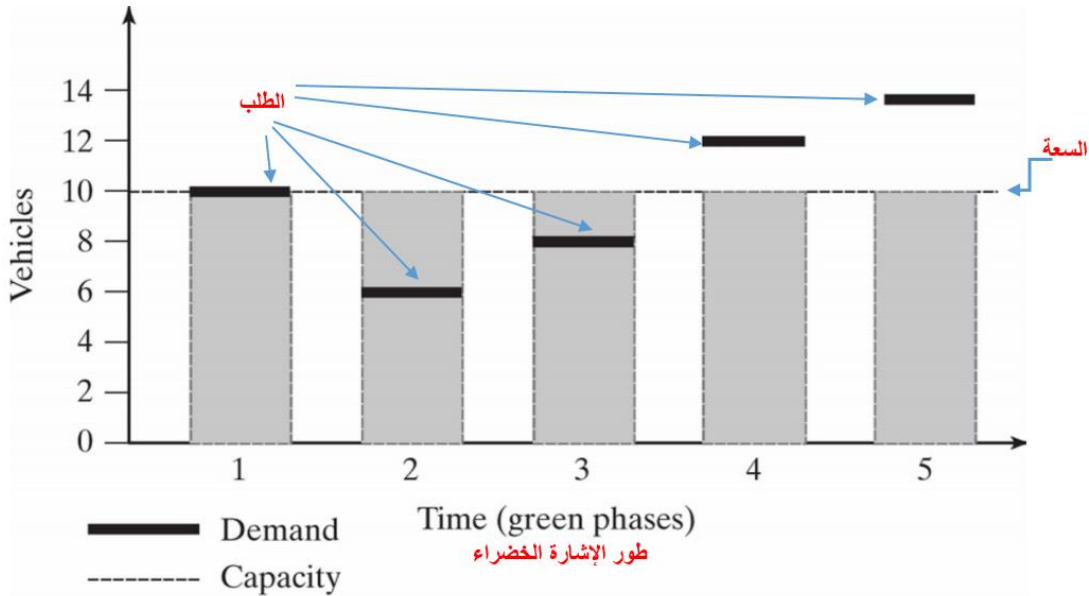


Lecture Eleven

Actuated Signal Timing Design

Demand Variation تباين الطلب

إن الإشارات الضوئية المسبقة التوقيت والمستخدم بصورة شائعة في التحكم في التقاطعات ذات الإشارة الضوئية، تؤدي في بعض الأحيان إلى ضياع الوقت الأخضر خصوصاً في حالة الحجم المروري المنخفض للمقتربات الثانوية. كما موضح في الشكل أدناه يكون الطلب في الأطوار (٢,٣) أقل من السعة وهناك وقت إشارة خضراء غير مستغل بشكل فعال.



الإشارة الضوئية مسبقة التوقيت مع طول دورة ثابت، تسلسل الأطوار، وفترات زمنية

➡ **Pretimed signals** operate with constant cycle lengths, phase sequence, and interval timings

➡ **Capacity with a pretimed controller is constant.**

السعة للتقاطع ذات الإشارة الضوئية المسبقة التوقيت

- When demand varies significantly from time to time, either green time is wasted or queue forms.
- In a coordinated system, however, all signals must operate on a single fixed cycle length to maintain offsets and progression patterns → Actuated controllers are not good for such cases.

- عندما يختلف الطلب بشكل كبير من وقت الى آخر، يسبب ضياع الزمن للإشارة الخضراء وتشكيل طوابير المركبات
 - في أنظمة الإشارة المنسقة، كل الإشارات تشتغل بطول دورة ثابتة ومتساوية للحفاظ على التناسق ونمط التقدم لتدفق المركبات. إن أجهزة التحكم المفعلة تكون مناسبة في هذه الحالة.

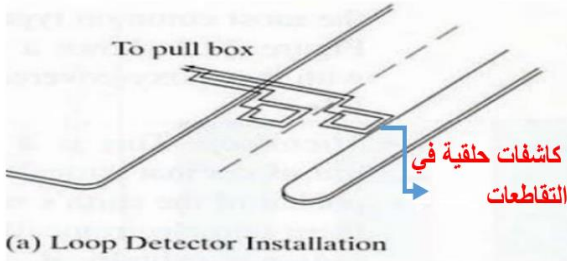
Types of Actuated Control أنواع التحكم المفعل

The cycle length, phase splits, and even the phase sequence may vary from cycle to cycle.

يتغير طول الدورة، الاطوار وتوالي الأطوار في هذا النوع من التحكم

Semi-Actuated Control	Full-Actuated Control	Volume-Density Control
Detection only on minor side-street approaches; green remain on the main until a "call" for service on the side street is registered. When warrant 1b (interruption of main traffic) is used. التحكم شبه المفعل يتم وضع المتحسس في مقتربات الطرق الثانوية فقط، وتبقى الإشارة الخضراء على المقرب للنطريق الرئيسي حتى يتم إرسال رسالة لتغييرها. تستخدم المبررات اب (التداخل مع المرور الرئيسي).	All approaches have detectors; equal importance of the direction of traffic; for relatively isolated intersections; التحكم المفعل كلياً كل المقتربات للتقاطع لها متحسسات وتكون متساوية من حيث الأهمية والاتجاه في التقاطعات المنعزلة.	Basically functions like full-actuated control; good for high-speed approaches (≥ 45 mph); Has extra features to adjust initial timing and reduce the gap extension during green extension time تحكم التدفق-الكثافة مبدئياً يعمل مثل التحكم المفعل الكلي، جيد للمقتربات ذات السرعات العالية أكبر من ٤٥ ميل/ساعة، له ميزات عالية لتصحيح الزمن البدائي وتقليل إمتداد الفجوة الزمنية خلال فترة الاخضر الممتد.

Mechanisms of Actuation ميكانيكية التفعيل للتحكم



Area sensing

استشعار المنطقة عن بعد



Imaging and virtual detectors



نظام الكشف عن المركبات في مناطق واسعة باستخدام الناظور

Microwave sensing

نظام الكشف عن باستخدام الموجات المتناهية الصغر



Detection Type أنواع المتحسسات أو الكاشف

Point detection ("passage" type)

- A single detector is placed for each approach lane to be actuated.
- The detector relays information as to whether a vehicle has passed over the detector.

نقطة التحسس أو الكشف (نوع يعتمد على مرور المركبة)

- يتم وضع متحسس أو كاشف واحد لكل ممر للمقترّب.
- ينقل المتحسس أو الكاشف معلومات عن مرور المركبات فوقهم.

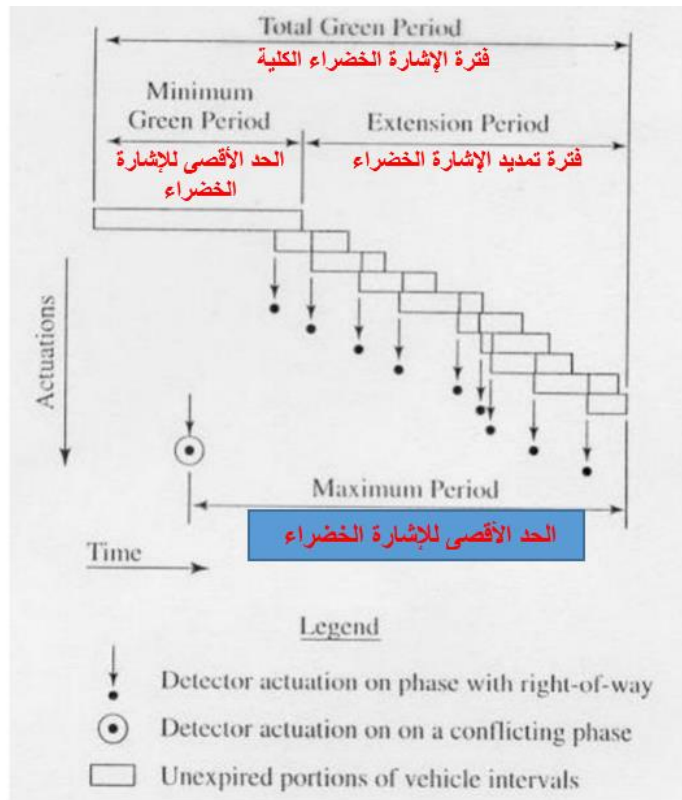
Area detection ("presence" type)

- Generally used in conjunction with volume-density controllers.
- The importance is placed on the existence of a vehicle (s) in the detection area.
- They "count" the number of vehicles stored in the detection area.

مساحة التحسس أو الكشف (نوع يعتمد على تواجد أو مساحة المركبة)

- تستخدم بشكل عام مع أجهزة التحكم المفعلة نوع (التدفق - الكثافة).
- تعتمد أهميته على وجود المركبة في مساحة الكاشف.
- يتم حساب عدد المركبات المخزونة في مساحة الكاشف.

Actuated Control Features and Operations خصائص وتشغيل التحكم المفعّل



- ❖ Minimum green time (Initial green + unit extension).
- ❖ Passage time interval, unit or vehicle extension.
- ❖ Maximum green time
- ❖ Recall switch (unless the subsequent phase has the recall "on" green remains to the previous phase unless demand exists).
- ❖ Yellow and all red.

زمن الأخضر الأدنى هو (زمن الأخضر الأولي + تمديد الإشارة لخضراء)
 فترة زمن العبور بوحدات تمديد للإشارة الخضراء لعبور المركبة.
 زمن الأخضر الأقصى
 تحول رسالة الإستدعاء للإشارة الخضراء (مالم يكون الطور التالي له رسالة إستدعاء للإشارة الخضراء بسبب الطلب المروري)

How the maximum green time works (Semi-actuated)

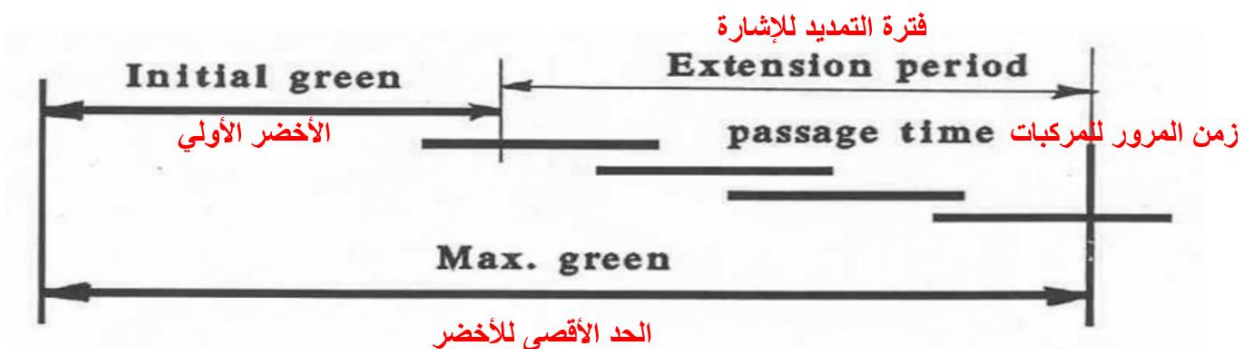
How the **MAXIMUM** green times works:

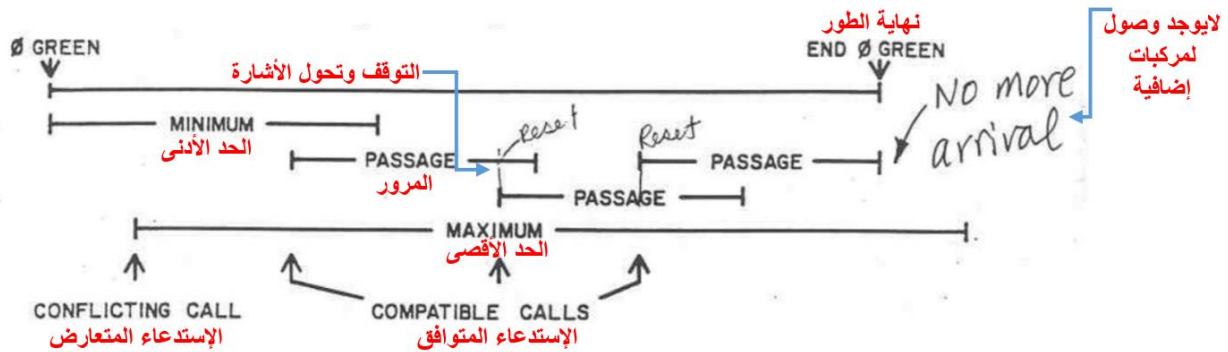
Semi-actuated: The maximum green starts right when the minor street receives green.

Fully-actuated: Conflicting call during initial; MAX exceeds phase green.



كيف يتم عمل الحد الأقصى للإشارة الخضراء:
 التحكم شبه المفعّل: الحد الأقصى للإشارة الخضراء تبدأ عندما يتلقى المقترّب الثانوي الإشارة الخضراء.
 التحكم المفعّل كلياً: الإستدعاء المتعارض خلال البدء، الوصول الى الحد الأقصى لطور الإشارة الخضراء.





Steps for Actuated Signal Timing Design الخطوات لتصميم توقيت الإشارة والأطوار للتحكم المفعّل

- Step-1: Phase Plan تصميم خطة الاطوار
- Step-2: Minimum Green Time حساب الحد الأدنى للإشارة الخضراء
- Step-3: Passage Time حساب زمن المرور
- Step-4: Critical Lane Volumes حساب الحجم المروري الحرج
- Step-5: Yellow and All Red Intervals حساب فترة التغيير (الإشارة الصفراء) وفترة الأحمر الكلي
- Step-6: Initial Cycle Length حساب طول الدورة الأولى
- Step-7: Pedestrian Requirements حساب متطلبات السابلية

Step-1: Phasing

We already know this step from the last class

الخطوة الأولى: نستخدم نفس الطريقة كما في التقاطعات المسبقة التوقيت

Step-2: Minimum Green Time

“Minimum green times must be set for each phase in an actuated signalization, including the non-actuated phase of a semi-actuated controller.

الخطوة الثانية: يجب حساب الحد الأدنى للإشارة الخضراء لكل طور في التحكم المفعّل للتقاطعات، بما في ذلك الأطوار غير المفعلة للتحكم شبه

Point or passage detectors: الكاشف لنقطة المرور للمركبة

$$G_{min} = l_1 + 2 * Int(d/25)$$

[1]

($d/25$) The number of vehicles between the stop bar and the detector.

عدد المركبات بين خط الوقوف في التقاطع والمتحسس أو الكاشف

Area or presence detectors: الكاشف لمساحة وجود المركبات

$$G_{min} = l_1 + 2n$$

[2]

n=the number of vehicles queued at the beginning of the green
عدد المركبات الواقفة في الطابور في بداية الإشارة الخضراء

G_{min} = minimum green time, s الحد الأدنى لزمن الأخضر، بوحدة ثانية

l_1 = start-up lost time, s زمن الضائع الأولي، بوحدة ثانية

D = distance between detector and STOP line, ft المسافة بين الكاشف وخط الوقوف، بوحدة القدم

25 = assumed head-to-head spacing between vehicles in the queue, ft

2 = 2-sec headway زمن التقادم ، ٢ ثانية المسافة بين بداية مركبة ومركبة في الطابور، بوحدة قدم

Step-3: Passage Time الخطوة الثالثة: فترة المرور للمركبات

Area or Presence Detection كشف لمساحة وجود المركبات

$$PT = MAH + \frac{L_v + L_d}{1.47S_a}$$

[3]

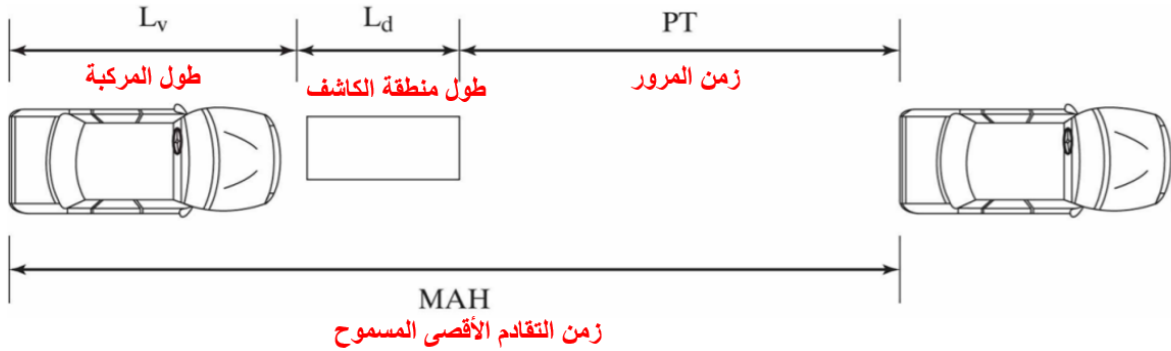
PT: Passage Time in sec زمن المرور، بوحدة ثانية

MAH: Maximum Allowable Headway زمن التقادم الأقصى المسموح

S_a : Average approach speed متوسط سرعة المقترّب

L_v : Length of the vehicle طول المركبة

L_d : Length of the detection zone طول منطقة الكاشف



Point Detection or Equal to MAH الكشف لمساحة وجود المركبات

- Minimum Passage Time الحد الأدنى لزمن المرور، بوحدة ثانية

$$PT_{min} = \frac{d}{1.47S_{15}}$$

[4]

S_{15} is the 15th percentile approach speed السرعة ١٥% للمقترَب

Step-4: Critical Lane Volumes الخطوة الرابعة: تحديد الحجم الحرجة

We already know this step



نعتد نفس الطريقة كما في التقاطعات المسبقة التوقيت

Step-5: Yellow Interval الخطوة الخامسة: فترة التغيير

The following methodology for determining the length of yellow or change interval:



المنهجية التالية لحساب طول فترة التغيير والإشارة الخضراء

$$y = t + \frac{1.47S_{85}}{2a + (64.4 \times 0.01G)} \quad [5]$$

Where:

y : Length of the yellow interval طول فترة الإشارة الخضراء

t : Driver reaction time, s رد فعل سائق المركبة، بوحدات ثانية

S_{85} : 85th percentile speed of approaching vehicles in mph ٨٥% سرعة المركبات في المقترَب بوحدات ميل/ساعة

a : Deceleration rate of vehicles, ft/sec معدل التباطيء للمركبات، بوحدات قدم/ثانية

G : Grade of approach, % ميل المقترَب، %

Step-5: All Red Interval الخطوة السادسة: فترة الأحمر الكلي

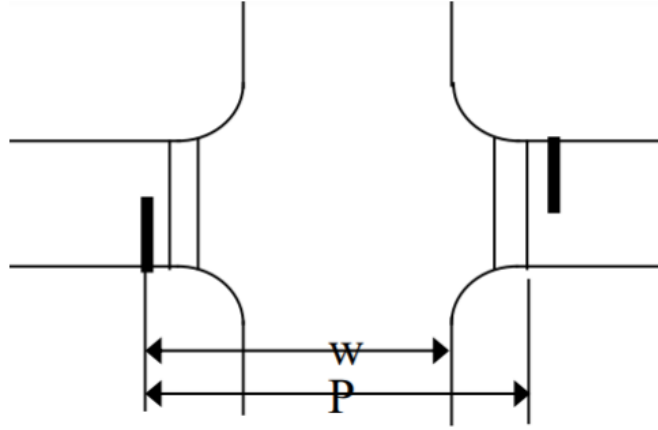
$$\text{All Red} = \text{AR} = \frac{W+L}{S_{15}} \quad \text{or} \quad \frac{P+L}{S_{15}} \quad [6]$$

L = length of the clearing vehicle, normally 20 feet طول فترة التخليص للمركبات، ٢٠ قدم

W = width of the intersection in feet, measured from the upstream stop bar to the downstream extended edge of pavement عرض التقاطع، بوحدات القدم تقاس من خط التوقف في المنبع الى خط التوقف في المصب عند حافة التبليط

P = width of the intersection (feet) measured from the near-side stop line to the far side of the farthest conflicting pedestrian crosswalk along an actual vehicle path

عرض التقاطع، بوحدات القدم تقاس من خط التوقف القريب الى الجانب البعيد مع التعارض مع عبور السابلة على طول مسار المركبة



Step-5: Determine Lost Time الخطوة السابعة: حساب الزمن الضائع

$$L = \sum_i t_{Li} \quad [7]$$

$$t_{Li} = l_{1i} + l_{2i}$$

$$l_{2i} = Y_i - e_i$$

$$Y_i = y_i + ar_i$$

Where:

L: total lost time in the cycle, sec/cycle الزمن الضائع لكل دورة، بوحدة ثانية /دورة

t_{Li} : Total lost time for phase i الزمن الضائع الكلي لكل طور

l_{1i} : Start-up lost time for phase i (2 sec) زمن الضائع الأولي لكل طور (٢ ثانية)

l_{2i} : Clearance lost time for phase i زمن التخليص لكل طور

e_i : The encroachment of effective green (2 sec) زمن التجاوز للأخضر الفعال (٢ ثانية)

Step-6: Initial Cycle Length الخطوة الثامنة: حساب طول الدورة الأولي

$$C_{des} = \frac{L}{1 - \left[\frac{v_c}{1615 * PHF * (\frac{V}{c})} \right]} \quad [8]$$

Where:

C_{des} : Desirable cycle length, s طول الدورة المرغوب، بوحدة ثانية

L: total lost time per cycle, s/cycle زمن الضائع الكلي لكل دورة، ثانية/دورة

PHF: Peak Hour Factor معامل ساعة الذروة

$\frac{V}{c}$: Target v/c ratio for the critical movements in the intersection نسبة الحجم/السعة للحركات الحرجة في التقاطع

V_c : Sum of critical lane volumes مجموع حجوم الممرات الحرجة

Step-6: Phase Green Times الخطوة السادسة: زمن طور الإشارة الخضراء

$$g_i = (C - L) * \left(\frac{V_{ci}}{V_c}\right) \quad [9]$$

Where:

g_i : Effective green time for phase i, sec زمن الاخضر الفعال للطور بوحدات ثانية

V_{ci} : CLV for phase or sub-phase i, veh/hr الحجم المروري الحرج لكل طور وأجزاء الطور

V_c : Sum of all CLVs مجموع الحجم المروري الحرج

Step-7: Critical Cycle Length الخطوة السابعة: طول الدورة الحرج

$$C_c = \sum_i (G_i + Y_i) \quad [10]$$

C_c : Critical cycle length, sec طول الدورة الحرج بوحدات ثانية

G_i : Actual maximum green time for phase i الحد الأقصى الحالي لزمن الأخضر الفعال لكل طور

Y_i : Sum of yellow and all red intervals for phase i مجموع زمن الأصفر والاحمر الكلي لكل طور

Step-7: Pedestrian Requirements الخطوة الثامنة: متطلبات السابلية

Walk Indication متطلبات مشي السابلية

$$WALK_{min} = 3.2 + (2.7 * N_{ped}) \quad [11]$$

N_{ped} : Number of pedestrians crossing per cycle in a single crosswalk, N_{ped} عدد السابلية العابرين في الساعة

WE : Width of the crosswalk, ft عرض شارع العبور للسابلية، وحدات القدم لكل دورة ضمن إشارة العبور

Up-raise hand flashing إشارة وميض رفع اليد

$$Up - raise hand flashing = L / Sp \quad [12]$$

H.W1

