

طريقة التحليل الشبكي Net-work Analysis

بسبب التعقيد الكبير في مشاريع التنفيذ الناتج عن التطور في احتياجات المجتمع والتطور التقني، بالإضافة للتطور في التكنولوجيا وطرق التنفيذ أظهرت مخططات القضان ضعف في تخطيط المشاريع .من حيث:

- إظهار الترابط المنطقي بين مختلف عمليات المشروع.
 - والمرونة في تحديد بداية ونهاية كل عملية.
 - تحديد تأثير تأخير العمليات على زمن وكلفة كامل المشروع.
- هذه الأسباب وغيرها خلقت ضرورة ملحة لإيجاد طرق بديلة تتجنب سيئات أدوات الجدولة السابقة . فظهر التخطيط الشبكي في منتصف الخمسينات.

المخطط الشبكي هو مصطلح يطلق على المخطط او الرسم الذي يمثل تسلسل وتتابع علاقات النشاطات المختلفة للمشروع وقد استعملت المخططات الشبكية تلبية للحاجة لطرائق علمية وعملية لحل المشاكل الإدارية في المشاريع .

الميزات الأساسية للمخططات الشبكية

- تحديد توقيت البدء والانتها المبكر للعمليات .
- تحديد توقيت البدء والانتها المتأخر للعمليات.
- تحديد توقيت البدء المبكر والانتها المتأخر للحوادث.
- حساب المرونة الزمنية للعمليات و , للحوادث
- تحديد العمليات الحرجة والمسار الحرج
- برمجة التكاليف الدنيا
- برمجة الموارد غير المحدودة (التسوية) والموارد المحدودة (التوزيع)

أنواع تمثيل العمليات

1. تمثيل الفعاليات على الاسهم : Activity on Arrow (A.o.A) networks

2. تمثيل الفعاليات على العقد : Activity on Node (A.o.N) networks:

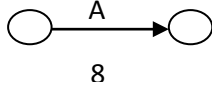
(also called Precedence Diagram Method (PDM

تمثل العمليات على العقد بدلاً من الأسهم، أما الأسهم فتستخدم للربط بين العقد ولتمثيل الترابط المنطقي للعمليات.

أساسيات طريقة المسار الحرج (التمثيل على أسهم)

بعد تحديد العمليات المركبة للمشروع، تمثل كل عملية بسهم موجه من اليسار إلى اليمين → وإن طول السهم وميله لا يعنيان شيئاً.

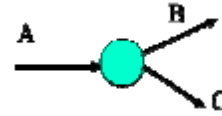
تبدأ كل عملية بحادثة بداية (المحدد) ○ وتنتهي بحادثة (نهاية المحدد) ○ ، بمعنى آخر كل عملية يجب أن تكون لها نقطة بداية ونقطة نهاية. وأيضاً نشير إلى العمليات بالأحرف أو باسم العملية الصريح ويكتب ذلك على السهم نفسه. مدة تنفيذ العملية تكون أسفل أو أعلى السهم بالقرب من الاسم ، رقم المحدد البداية يكون اصغر من محدد النهاية



العلاقة بين العمليات

العمليات السابقة : Preceding Activity

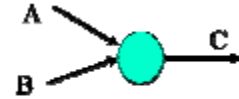
العمليات التي يجب أن تسبق العملية المفروضة والتي يجب أن تتجز قبل التمكن من البدء بهذه



العملية

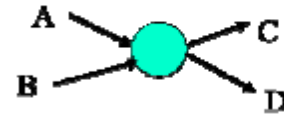
العمليات اللاحقة : Followed Activity

العمليات التي يجب أن تلحق بالعمليات المفروضة بحيث لا يمكن البدء بها إلا بعد إنجاز هذه العملية.



لعمليات المتزامنة:

العمليات التي يمكن أن تتم بالوقت نفسه مع تنفيذ العملية المفروضة



قواعد إنشاء المخطط الشبكي

فيما يلي بعض القواعد الأساسية التي يجب الالتزام بها عند إنشاء المخططات الشبكية (مخططات أو طريقة المسار الحرج):

- كل عملية يجب أن تبدأ من إحدى الحوادث وتنتهي أيضاً بإحدى الحوادث
- لا يمكن لأكثر من عملية واحدة أن تشترك بحادثة البدء وحادثة النهاية بالوقت نفسه .
- طول السهم لا يتعلق بمقدار الزمن أو مقدار الموارد اللازمة .
- تستخدم العمليات الوهمية فقط عند الحاجة وذلك لتحقيق الغايتين التاليتين:

- الحفاظ على صحة العلاقات في اعتماد بعض العمليات على العمليات الأخرى
- الحفاظ على وحدانية الرموز وتقابلها مع العمليات
- تتلاحق أرقام الحوادث بالتسلسل الصاعد بزيادة رقم رأس السهم عن ذيله
- المخطط الشبكي وحيد الاتجاه من اليسار إلى اليمين ولا يجوز أن يؤلف هذا المخطط أو أي جزء منه حلقة مغلقة أو دوران منطقي.
- يفضل تجنب التقاطعات بين الأسهم.

العمليات الوهمية: Dummy Activity

عند إنشاء المخططات الشبكية أحياناً نستخدم أسهماً منقطة تسمى العمليات الوهمية، وذلك من أجل الحفاظ على التسلسل المنطقي لعمليات المشروع، والفرق بين العمليات الوهمية والعمليات الحقيقية هو أن العمليات الحقيقية تتطلب عناصر الإنتاج من جهاز بشري ومواد ومعدات وذلك ضمن إطار الزمن والمال.

أما العمليات الوهمية فلا تحتاج لعناصر الإنتاج، لذلك فهي عمليات لا مدة زمنية لها بل تستخدم فقط للحفاظ على سياق التسلسل المنطقي للعمليات.

تستخدم العملية الوهمية أيضاً لتسهيل مهمة ترميز كل عملية من العمليات رقمياً حتى يسهل تمييزها بخاصة عند استخدام الحاسوب، حسب قواعد إنشاء المخطط الشبكي لا يجوز أن تشترك أكثر من عملية واحدة في الوقت نفسه بحادثة البداية وحادثة النهاية، كما هو موضح في الشكل



في هذه الحالة أي عندما تشترك أكثر من عملية بحادثة البداية وحادثة النهاية فإن كل هذه العمليات تسمى بالاسم نفسه ، وباستخدام العمليات الوهمية يصبح بالإمكان التمييز بين هذه العمليات. تستخدم العمليات الوهمية في حال كون المشروع له أكثر من حادثة بداية أوله أكثر من حادثة نهاية عندها يتم وصل هذه الحوادث في البداية أو النهاية إلى حادثة وهمية بوساطة عملية وهمية. والحالة الأخيرة لاستخدام العملية الوهمية هي حالة الحفاظ على علاقات التسلسل المنطقي للعمليات كما هو موضح في الشكل.

البداية المبكرة E.S Early Start: وهي اقرب وقت ممكن أن تبدأ به الفعالية ويتم إيجادها من المخطط من اخذ الرقم الأيسر للحدث عند ذيل السهم للفعالية .

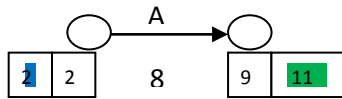
النهاية المبكرة E.F Early Finish: وهو اقرب وقت ممكن ان تنتهي به الفعالية ويمكن إيجادها من حاصل جمع E.S مع زمن تلك الفعالية .

النهاية المتأخرة L.F Latest Finish: وهي أبعد وقت ممكن ان تنتهي الفعالية ويمكن إيجادها من المخطط الأيمن للحدث عند رأس السهم .

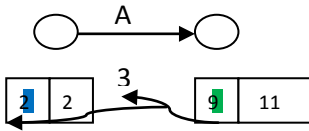
البداية المتأخرة L.S Latest Start: وهو أبعد وقت يمكن ان تبدأ به الفعالية ويتم إيجادها من المخطط من حاصل طرح الأرقام من عمود L.F يطرح منه الزمن.

عملية الذهاب والإياب Foreword & Backward: وهي العملية الحسابية على أزمان الفعاليات في المخطط الشبكي ، والغرض منه معرفة أزمان البدايات والنهايات للفعاليات والزمن الكلي للمشروع . في عملية الذهاب يتم إضافة المدة وتكتب الأزمان على جهة اليسار وفي حالة التقاء أكثر من فعالية فان الرقم المختار يمثل اكبر الأزمان اما الإياب يتم طرح المدة وتكتب الأزمان على يمين الحدث وفي حال التقاء أكثر من فعالية في ذيل السهم نختار الرقم الأصغر .

السماحية الكلية T.F Total Float: وتمثل السماحية الكلية لفعالية أو مجموعة فعاليات التي يمكن بها تأخير الفعاليات او زيادة زمن التمديد دون أن تؤثر على الزمن الكلي ويتم إيجادها من حاصل طرح (L.S-E.S) او (L.F-E.F) ويمكن إيجادها من المخطط من حاصل طرح الرقم الايمن للحدث عند رأس السهم للفعالية المعنية ناقص الرقم الأيسر عند ذيل السهم مطروح منه زمن الفعالية .

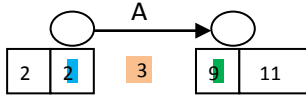


السماحية الحرة F.F Free Float: وهي السماحية التي تمتلكها الفعالية دون ان تؤثر على المباشرة المبكرة للفعالية اللاحقة . يتم إيجادها من حاصل طرح (E.S للفعالية اللاحقة - E.F للفعالية المعنية) ويمكن إيجادها من المخطط من حاصل طرح الرقم الايسر للحدث عند رأس السهم للفعالية مطروح منه الرقم الأيسر عند ذيل السهم للفعالية مطروح منه الزمن . (اذا كان لدينا أكثر من لاحقه نأخذ الرقم الأصغر .



السماحية المطلقة I.F In depended Float: وهي السماحية التي يمكن بها تأخير المباشرة او تمديد زمن الفعالية دون ان تؤثر على المباشرة المبكرة للفعالية اللاحقة او الانتهاء المتأخر للفعالية السابقة ، ويتم إيجادها

من حاصل طرح (E.S للفعالية اللاحقة - L.F للفعالية السابقة - الزمن) يجب الاعتماد على الفعاليات السابقة واللاحقة من الشبكة وليس من الجدول .وكما في الشكل



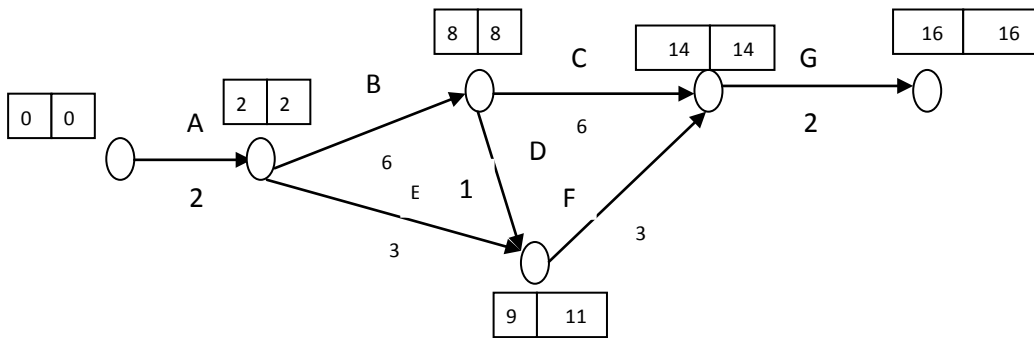
المسار الحرج: Critical Path

هو أطول مسار زمني للفعاليات المتسلسلة منذ بداية الفعالية الأولى وحتى انتهاء الفعالية الأخيرة للمشروع بحيث يكفي هذا المسار لانجاز الفعاليات بصورة كاملة. وجميع الفعاليات الواقعة على المسار الحرج لها سماحية تساوي صفر ،الفعاليات الواقعة على المسار الحرج تسمى فعاليات حرجية.

مثال المشروع المبينة فعالياته ادناه اوجد الزمن اللازم لانجاز المشروع مع إيجاد E.S، E.F،

C.P، I.F، F.F، T.F، L.S،L.F

Act.	Dur.(day)	Preceded by	E.S	E.F	L.F	L.S	T.F	F.F	I.F	C.P
A	2	-	0	2	2	0	0	0	0	+
B	6	A	2	8	8	2	0	0	0	+
C	6	B	8	14	14	8	0	0	0	+
D	1	B	8	9	11	10	2	0	0	
E	3	A	2	5	11	8	6	4	4	
F	3	D,E	9	12	14	11	2	2	0	
G	2	F,C	14	16	16	14	0	0	0	+



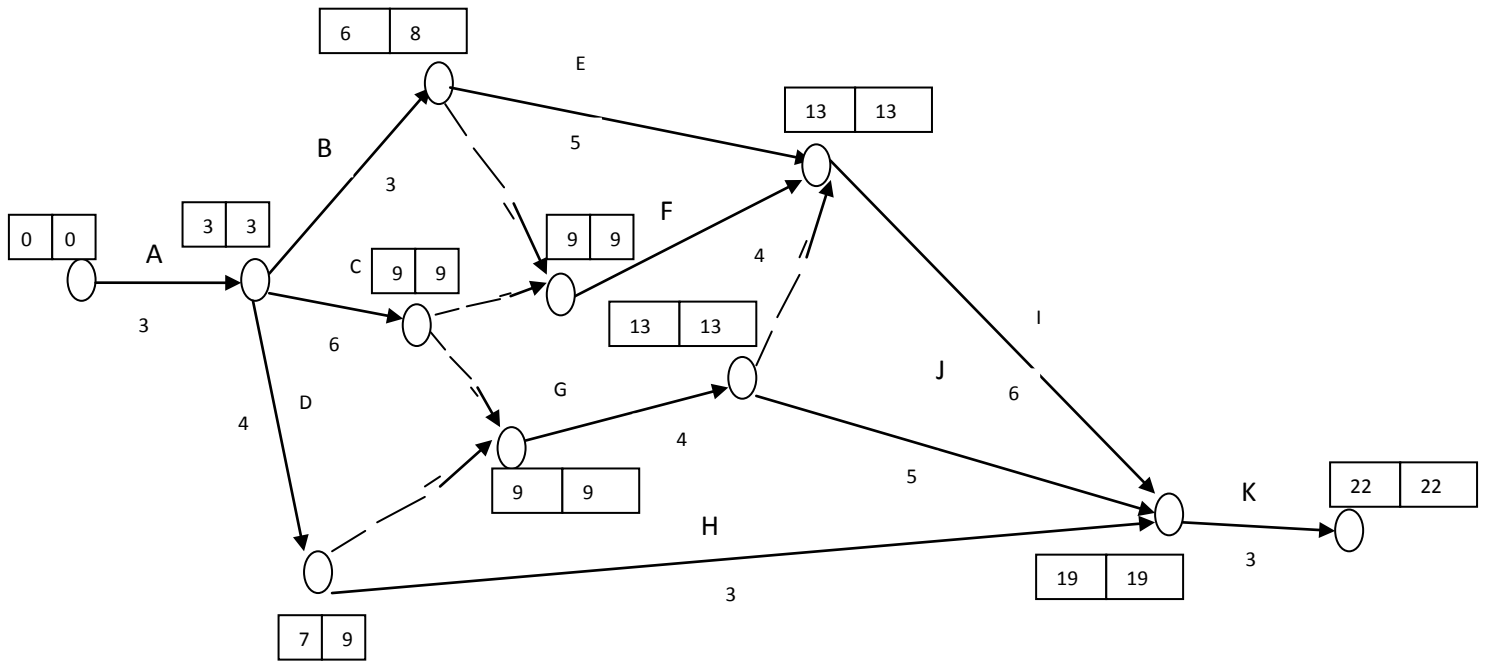
H.W

إذا كنت مسؤول عن تنفيذ ثمان ركائز وكنت تمتلك اربع مجاميع عمل مختلفة يمكن ان تنتج ركيزتين معا وحسب مايلي :مجموعة نصب القالب يمكن ان تنتج ركيزتين خلال ستة ايام ، مجموعة التسليح يمكن ان تنتج ركيزتين خلال يومين ايام، مجموعة الصب يمكن ان تنتج ركيزتين خلال يوم واحد، مجموعة المعالجة يمكن ان تنتج ركيزتين خلال سبعة ايام . اوجد زمن انجاز المشروع.

مثال المشروع المبينة فعالياته ادناه اوجد الزمن اللازم لانجاز المشروع مع إيجاد E.S، E.F،

. C.P، I.F، F.F، T.F، L.S،L.F

Act.	Dur.(day)	Preceded by	Followed by	E.S	E.F	L.F	L.S	T.F	F.F	I.F	C.P
A	3		B, C, D	0	3	3	0	0	0	0	✦
B	3	A	E, F	3	6	8	5	2	0	0	
C	6	A	F, G	3	9	9	3	0	0	0	✦
D	4	A	G, H	3	7	9	5	2	0	0	
E	5	B	I	6	11	13	8	2	2	0	
F	4	B, C	I	9	13	13	9	0	0	0	✦
G	4	C, D	I, J	9	13	13	9	0	0	0	✦
H	3	D	K	7	10	19	16	9	9	7	
I	6	E, F, G	K	13	19	19	13	0	0	0	✦
J	5	G	K	13	18	19	14	1	1	1	
K	3	I, J, H		19	22	22	19	0	0	0	✦

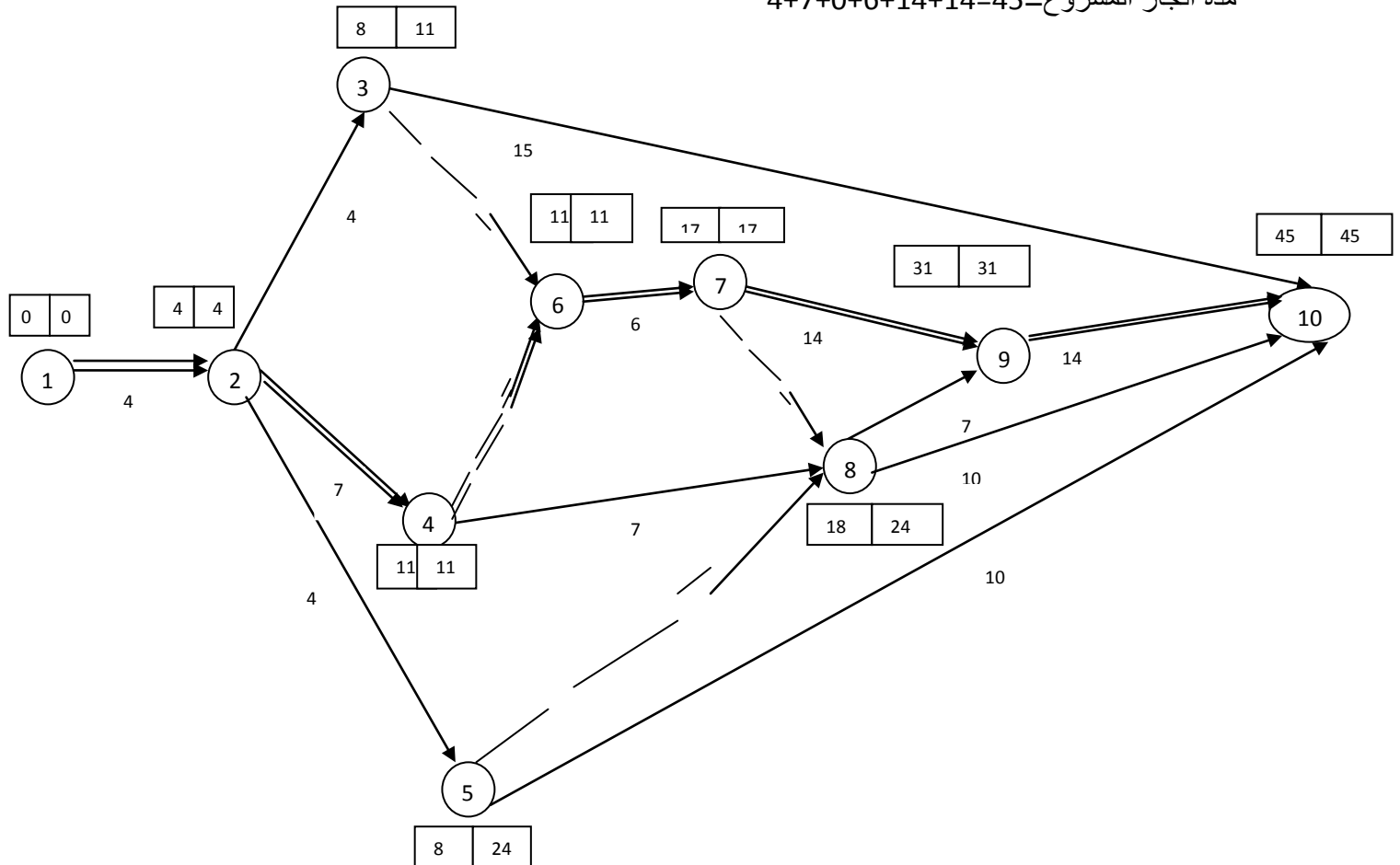


مثال المشروع المبينة فعالياته ادناه اوجد الزمن اللازم لانجاز المشروع مع إيجاد E.S، E.F، C.P، I.F، F.F، T.F، L.S، L.F

Act.	Dur.(day)	E.S	E.F	L.F	L.S	T.F	F.F	I.F	C.P
1-2	4	0	4	4	0	0	0	0	✦
2-3	4	4	8	11	7	3	0	0	
2-4	7	4	11	11	4	0	0	0	✦
2-5	4	4	8	24	20	16	0	0	
3-6	0	8	8	11	11	3	3	0	
3-10	15	8	23	45	30	22	22	19	
4-6	0	11	11	11	11	0	0	0	✦
4-8	7	11	18	24	17	6	0	0	
5-8	0	8	8	24	24	16	10	0	
5-10	10	8	18	45	35	27	27	11	
6-7	6	11	17	17	11	0	0	0	✦
7-8	0	17	17	24	24	7	1	1	
7-9	14	17	31	31	17	0	0	0	✦
8-9	7	18	25	31	24	6	6	0	
8-10	10	18	28	45	35	17	17	11	
9-10	14	31	45	45	31	0	0	0	✦

C.P=1-2,2-4,4-6,6-7,7-9,9-10

مدة انجاز المشروع = 4+7+0+6+14+14=45



تمثيل الفعاليات على العقد Activity on Nodes

يتم تمثيل الفعاليات على شكل عقدة ويتم اتباع نفس خطوات الطريقة السابقة (A.O.N) عدا الاختلافات التالية :

1. القائمة الخاصة بالفعاليات يمكن ان تطور لتبين الاعتماد بين الفعاليات .
2. بهذه الطريقة (A.O.N) . (العقدة تمثل الفعالية نفسها والرابط او السهم بين العقدتين يمثل الترابط الجدلي بينهما .
3. ليس هناك حاجة الى فعاليات وهمية الا في بداية المشروع او نهايته .
4. كل عقدة تمثل فعالية ويمكن اعطاها رقم وحيد .
5. توضح الترتيب بين الفعاليات والتي لا يمكن بناءها بشكل واضح كما في الطريقة السابقة.
6. يتم تمثيل الفعالية بالشكل التالي:

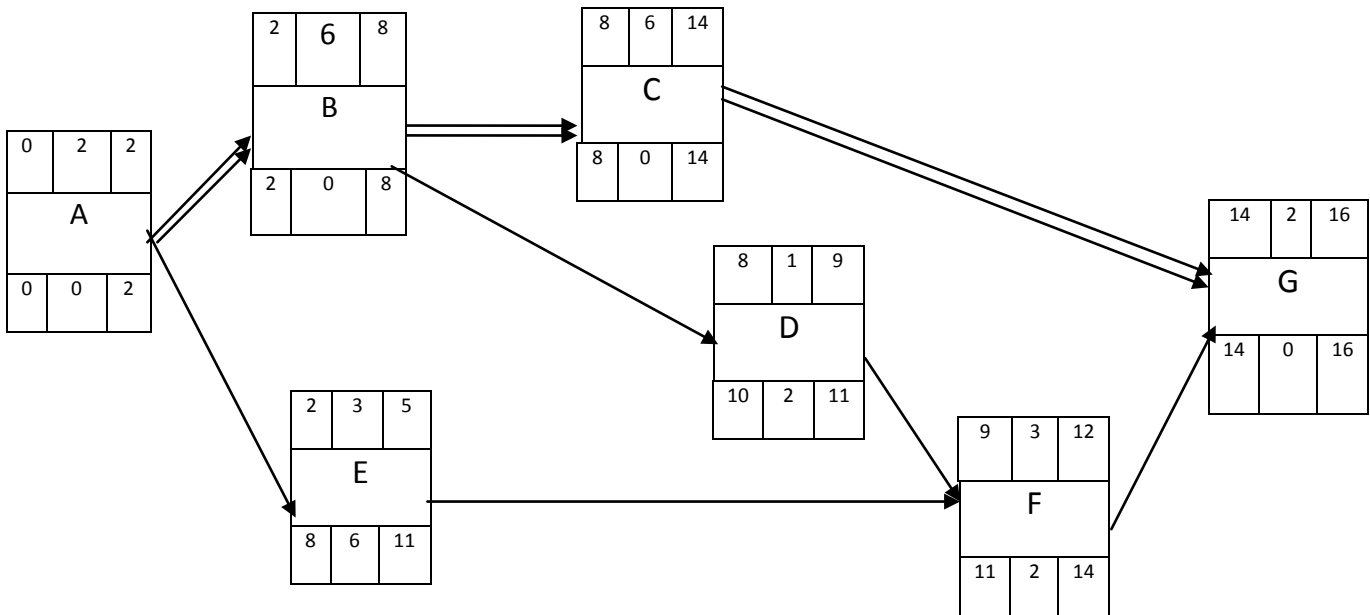
E.S	Dur.	E.F
Act. Name		
L.S	T.F	L.F

مثال : المطلوب اعداد خطة تقدم العمل بطريقة (A.O.N) للفعاليات التالية مع تحديد البدايات والنهايات المبكرة والمتأخرة وتحديد السماحيات والمسار الحرج ومدة انجاز المشروع.

Act.	Dur.(day)	Preceded by	Followed by	E.S	E.F	L.F	L.S	T.F	F.F	I.F	C.P
A	2	-	B,E	0	2	16	14	0	0	0	*
B	6	A	C,D	2	8	8	2	0	0	0	*
C	6	B	G	8	14	14	8	0	0	0	*
D	1	B	F	8	9	11	10	2	0	0	
E	3	A	F	2	5	11	8	6	4	4	
F	3	D,E	G	9	12	14	11	2	2	0	
G	2	F,C		14	16	16	14	0	0	0	*

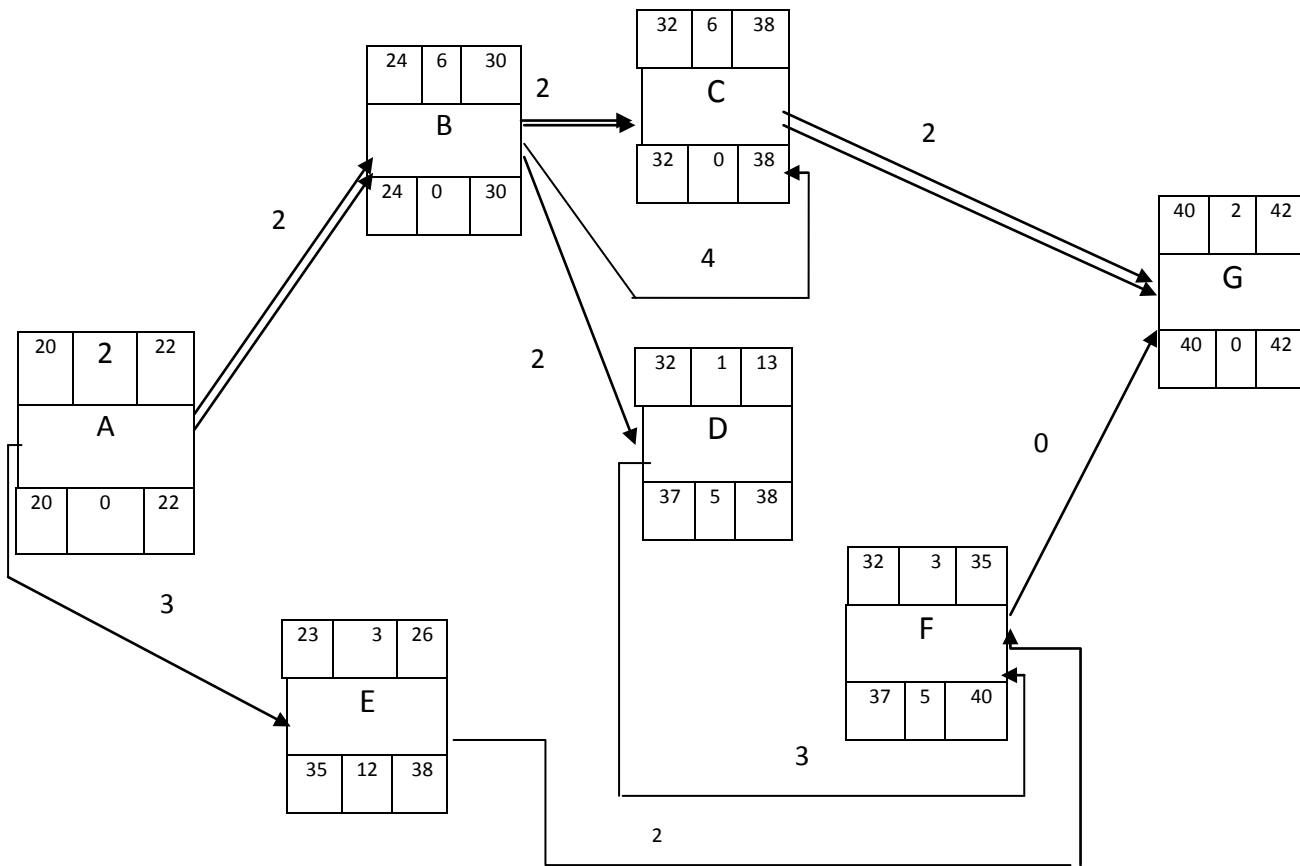
C.P: A,B,C,G

مدة انجاز المشروع = 2+6+6+2



مثال :اوجد مدة انجاز جزء من مشروع علما انه يبدأ بعد مرور 20 يوم من بدايته ،متى يتم اكمال هذا الجزء وما هو المسار الحرج.

Act.	Dur.(day)	Followed by	Relationship
A	2	B	F.S=2
		E	S.S=3
B	6	C	F.F=4
		D	F.S=2
C	6	G	F.S=2
D	1	F	S.F=3
E	3	F	F.F=2
F	3	G	F.S=0
G	2		

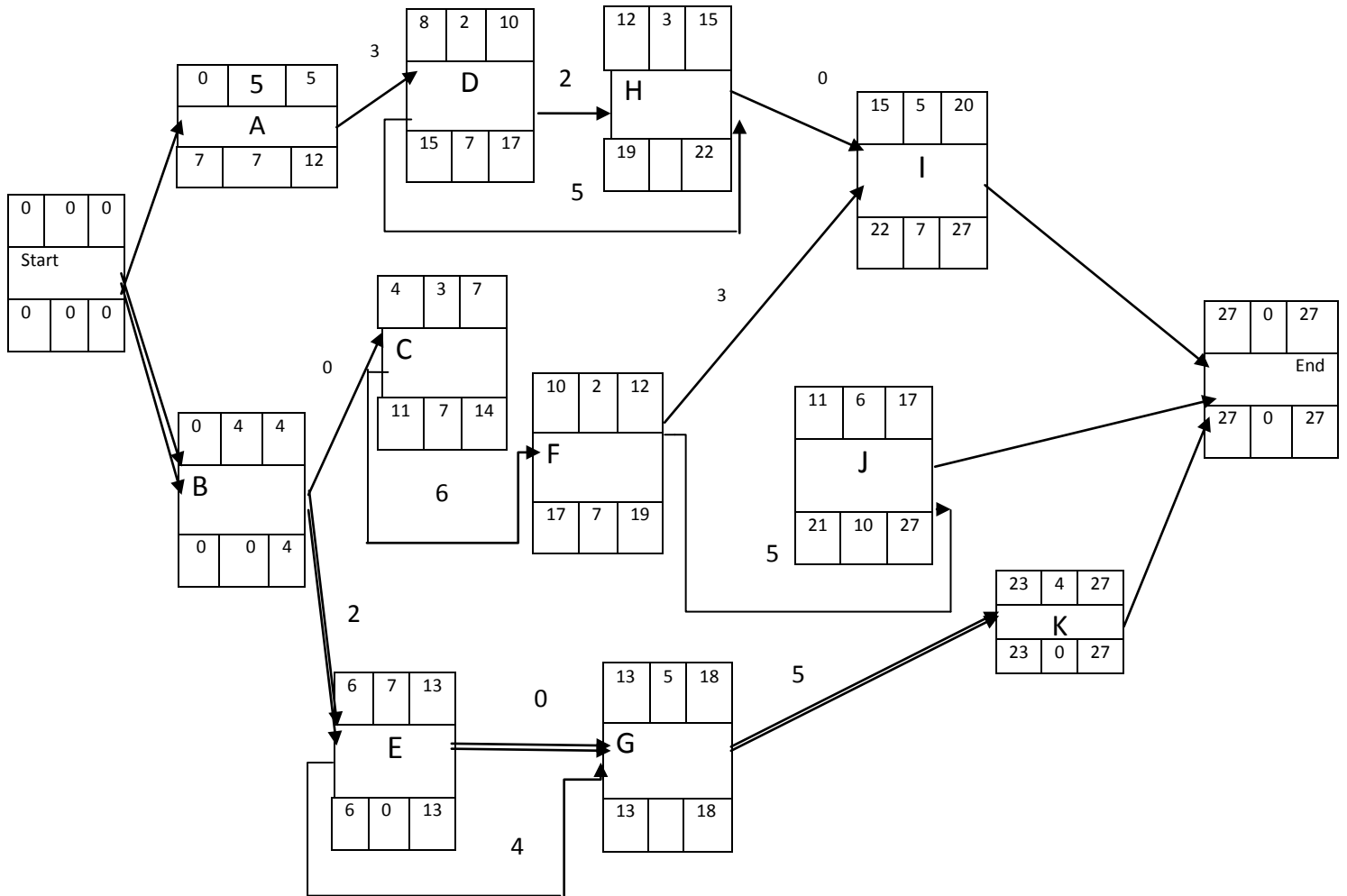


$$C.P: A, B, C, G = 2 + 2 + 6 + 2 + 6 + 2 + 2 = 22$$

مدة انجاز هذا الجزء 22 وحدة زمنية

مثال : اوجد مدة انجاز المشروع A.O.N للفاعليات المبينة ادناه:

Act.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Dur.	5	4	3	2	7	2	5	3	5	6	4
Follow.	D	C	E	F	H	G	J	I	I		
Relation	F.S=3	F.S=0	F.S=2	S.S=6	S.F=5 F.S=2	S.S=4 F.S=0	F.F=5	F.S=3	F.S=5	F.S=0	



Critical Path :B, E, G, k

مدة انجاز المشروع وحدة زمنية 27 = 4+2+7+5+4