

Construction Management

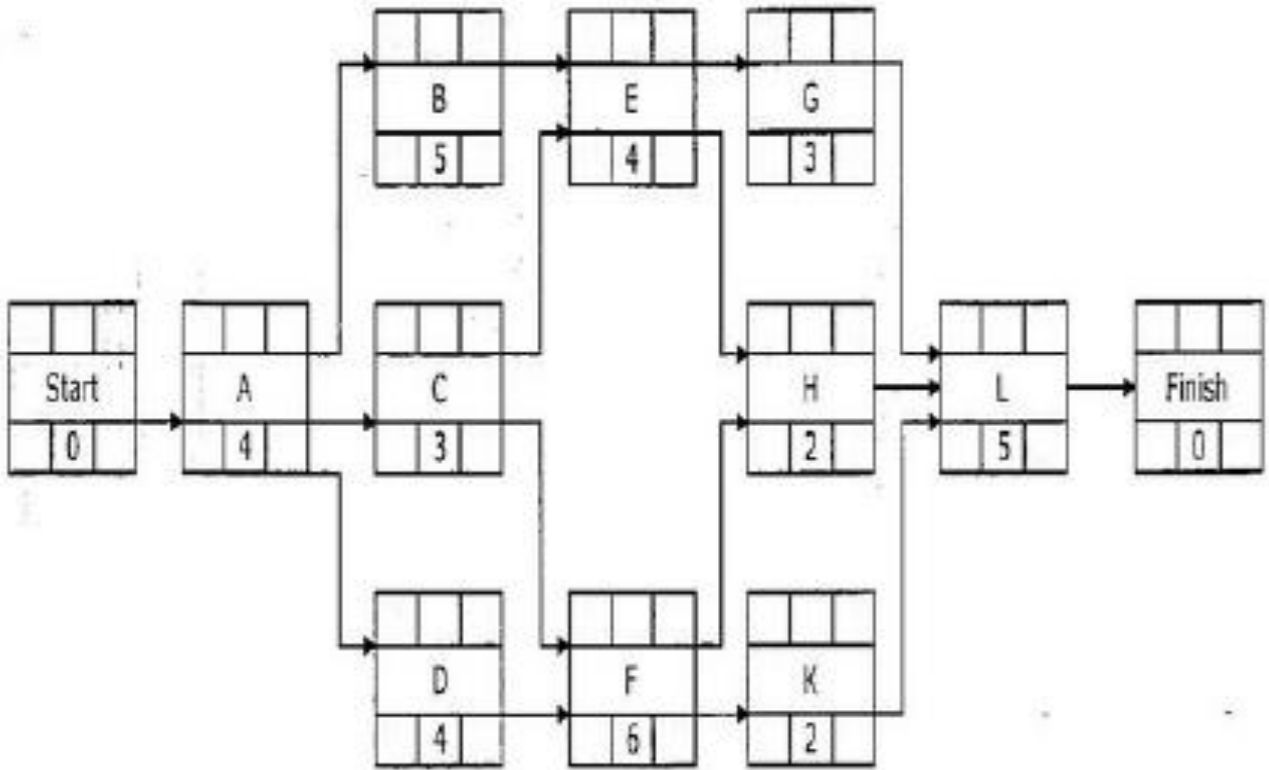
Lecture 9

طريقة المسار الحرج

Critical Path Method (CPM)

تعد طريقة المسار الحرج من الطرق المفيدة لأغراض التخطيط والتحليل والسيطرة على تقدم وأنجاز المشاريع الكبيرة والمعقدة. والغرض من أسلوب المسار الحرج هو تحديد الأنشطة الحرجة على المسار الحرج بحيث يمكن تركيز المواد على هذه الأنشطة من أجل إنجاز المشروع في أقل وقت.

المسار : Path وهو عبارة عن سلسلة من الأنشطة المتتالية التي تربط بين نقطة البدء بالمشروع ونقطة إتمامه ككل. ويكون للمشروع أكثر من مسار.



المسار الحرج (Critical Path)

هو المسار الذي يكون مجموع الوقت الذي يتطلبه تنفيذ النشاطات الواقعة عليه الأطول من بين بقية المسارات في الشبكة , وهو أيضا أقصر مدة زمنية يحتاجها المشروع لكي يكتمل . ومن الممكن ان يكون للمشروع الواحد أكثر من مسار حرج ولكنها تشترك بالزمن نفسه.

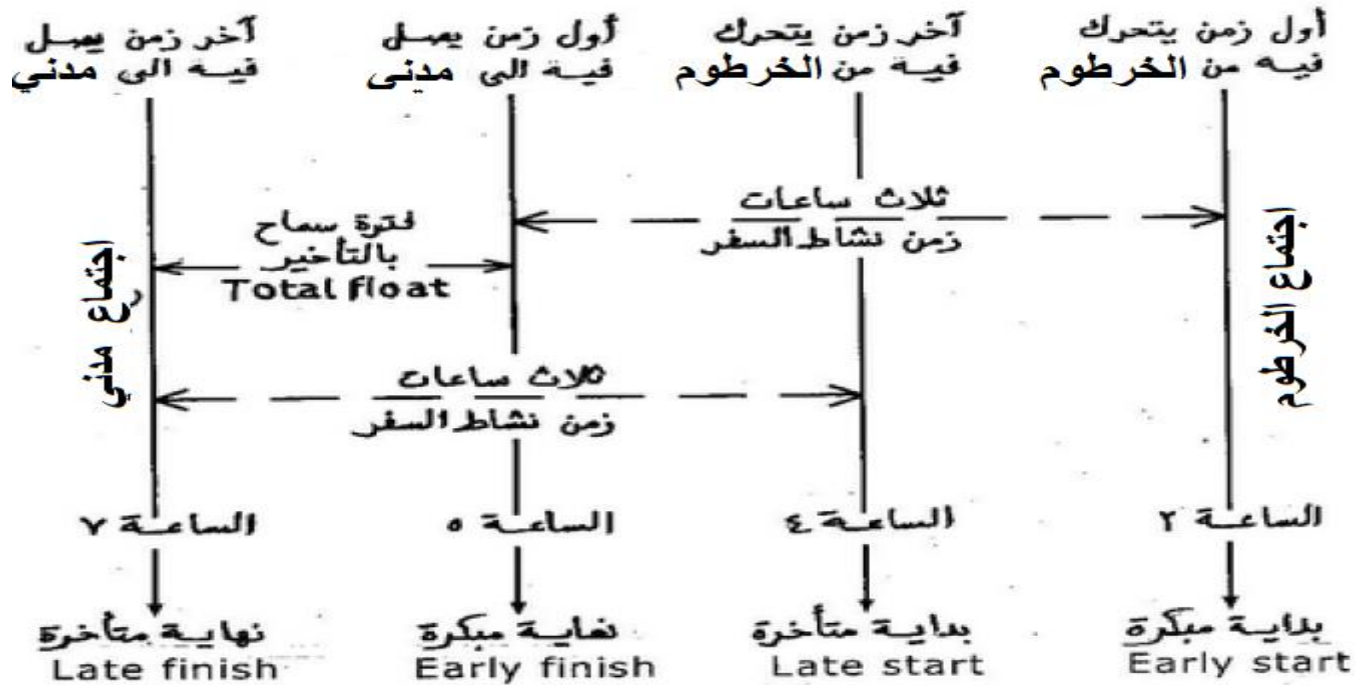
Critical Path Method (C P M)

طريقة المسار الحرج

- Most widely used method for project scheduling.
- Calculates the minimum completion time for project.
- Calculates activities timings.
- Computer programs use C P M. handle large projects.
- Forward path.
- Backward path.
- Float calculations.
- Critical activities.

مثال توضيحي لتحديد معني هذه الطريقة:-

- بفرض أن هناك مدير سيحضر اجتماع في الخرطوم وسينتهي هذا الاجتماع الساعة الثانية بعد الظهر و أن نفس هذا المدير لديه اجتماع آخر في **مدني** سيبدأ في الساعة السابعة مساءً.
- وبدراسة النسب الوسائل للسفر **الى مدني** بالنسبة له وجد أنها السيارة و ستأخذ ثلاثة ساعات.
- لذلك نجد أن هذا المدير أمامه:-
- نشاط اجتماع الخرطوم → ينتهي الساعة الثانية ظهراً
- نشاط السفر مدني
- نشاط اجتماع مدني → يبدأ الساعة السابعة مساءً



نجد من ذلك وجود بدايتين و نهايتين لهذا النشاط:-

1- بداية مبكرة Early Start (E.S)

هو أول زمن من الممكن أن يبدأ فيه النشاط .

2- بداية متأخرة Late Start (L.S)

هو آخر زمن يجب أن يبدأ فيه النشاط .

3- نهاية مبكرة Early Finish (E.F)

هو أول زمن يجب أن ينتهي فيه النشاط .

4- نهاية متأخرة Late Finish (L.F)

هو آخر زمن يجب أن ينتهي فيه النشاط .

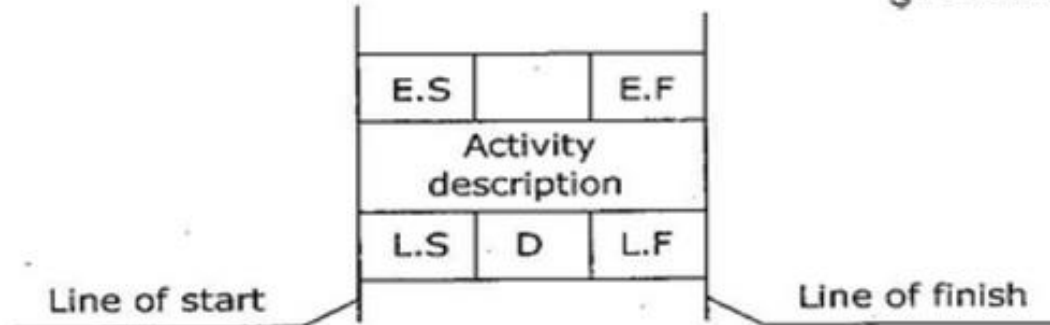
$$E.F = E.S + D$$

$$L.F = L.S + D$$

بذلك نجد أنه

زمن النشاط

ويتم تمثيل هذا النشاط كالآتي



ونجد في المثال السابق أن هذا المدير كان أمامه تأخير ساعتين حيث كان يمكنه الوصول الساعة الخامسة أو الساعة وذلك علي حسب بدايته .

هاتين الساعتين تعتبران بمثابة فترة سماح له يمكن أن يتأخر فيهما و تسمى فترة السماح هذه ب Total float .

السماح الكلي او البراج الكلي Total float :-

هو فترة زمنية يمكن أن يتأخرها النشاط دون أن تؤثر علي الزمن الكلي للمشروع .

$$\begin{aligned} T.F &= L.F - E.F = 7 - 5 = 2 \text{ hr} \\ &= L.S - E.S = 4 - 2 = 2 \text{ hr} \end{aligned}$$

وهناك فترة سماح أخرى تسمى ب F.F Free float السماح الحر او البراج الحر

هي الفترة التي يمكن أن يتأخرها النشاط دون أن يؤثر علي بداية النشاط الذي يليه في الشبكة

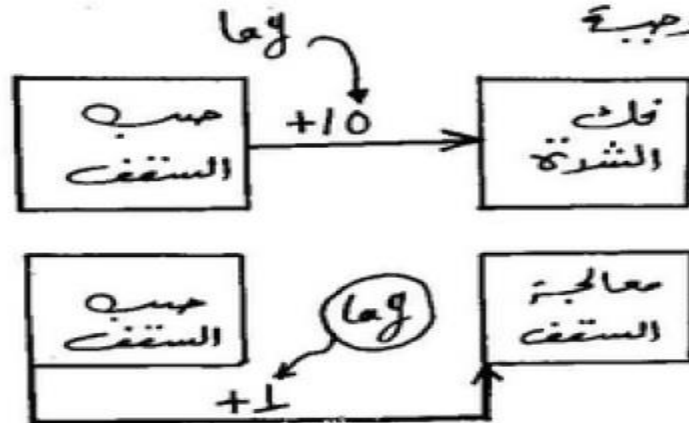
$$F.F = E.S - E.F - \text{Lag}$$

للنشاط التالي

للنشاط الحالي

فترة تأخر إجبارية

هي عبارة عن فترة توقف للزمن بينه نشاطا حيه وتكون موجبة



الأنشطة التي لا يوجد لديها وقت فائض (فترة سماح او فترة براح) اي الفرق بين الوقت المبكر والمتاخر يساوي صفر فانها أنشطة حرجية (Critical Activities)

النشاط الوهمي: Dummy Activity وهو نشاط ليس له وجود، ويستخدم فقط لتسهيل رسم الشبكة وبيان العلاقة بين الأحداث فهو لا يحتاج إلى وقت ولا إلى موارد، ويرسم على الشبكة على شكل سهم منقط.

منها ثمن المسار الحرج Critical Path :-

- ١- هو أطول مسار في الشبكة longest Path وهو مسار متصل
- ٢- يربط بين الأنشطة الحرجية (التي لها أقل T.F)
- ٣- لا بد وأن يكون في الشبكة مسار واحد هرج على الأقل .
- ٤- يربط بين الأنشطة التي لها نفس F.F < T.F

الأنشطة الحرجية Critical activities :-

هي الأنشطة والتي لها أقل T.F
وأي تأخير بها يؤثر في زمن المشروع الكلي بالزيادة.

* طريقة حساب كل من Total float & free float :-

TF/FF			TF/FF		
10		15	15		25
12	5	17	17	10	27

* T.F :-

منه الملاحظ من النشاط الأول أن

$$T.F = L.F - E.F = 17 - 15 = 2$$

$$T.F = L.S - E.S = 12 - 10 = 2$$

يعني ذلك أن النشاط من داخله من الممكن أن يتأخر لـ 2.

T.F :- البيراج الكلي

هو أطول فترة زمنية يسمح لنشاط معين بتأخرها دون أن يؤثر هذا التأخير على الزمة الكلي للمشروع بالزيادة. وقد أدى ذلك إلى تصنيف الأنشطة إلى :-

① Critical activities :-

has min T.F

لها أقل T.F

② Non critical activities.

لذلك فإذا كان النشاط من غير أنه $T.F = 0.0$

* F.F :-

والمقصود به هذه الفترة والتي من الممكن أن يتأخرها النشاط دون أن يؤثر على النشاط التالي له وهذا يعتمد على العلاقة بين النشاطين. من الملاحظ أن :-

$$F.F = E.S - E.F - lag$$

لنشاط التالي
وإذا كان هناك
أكثر من نشاط تالي
يتم اختيار أقل E.S
من هذه الأنشطة

لنشاط نفسه

أي تأخير بين
النشاطين

مرسمة المثال السابعه فوجدت
 $F.F = 15 - 15 = 0.0$
 فلي لا يمكن تأخر النشاط الأول
 بأي حال من الأحوال .

10		15
12	5	17

15		25
17	10	27

فوجدت $F.F$ حساباته تعتمد دائماً على علاقات الـ Early
 ولاتأخر حساباته من Late

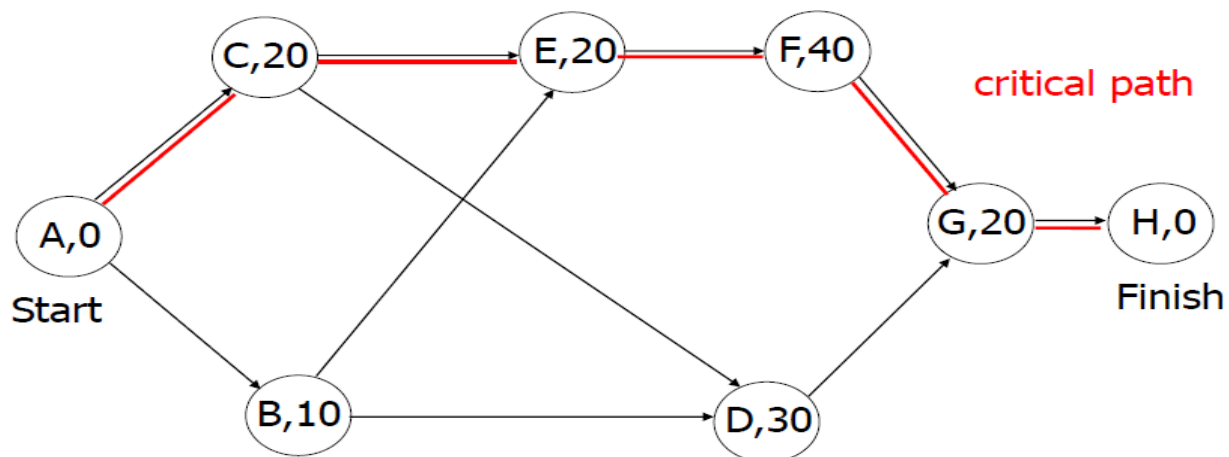
* نرسم ذكر المسار الحرج للشبكة Critical Path :-
 يتم ذكر الأنشطة الحرجة بالزيادة لوضع start & finish

start $\rightarrow A \rightarrow E \rightarrow L \rightarrow X \rightarrow finish$

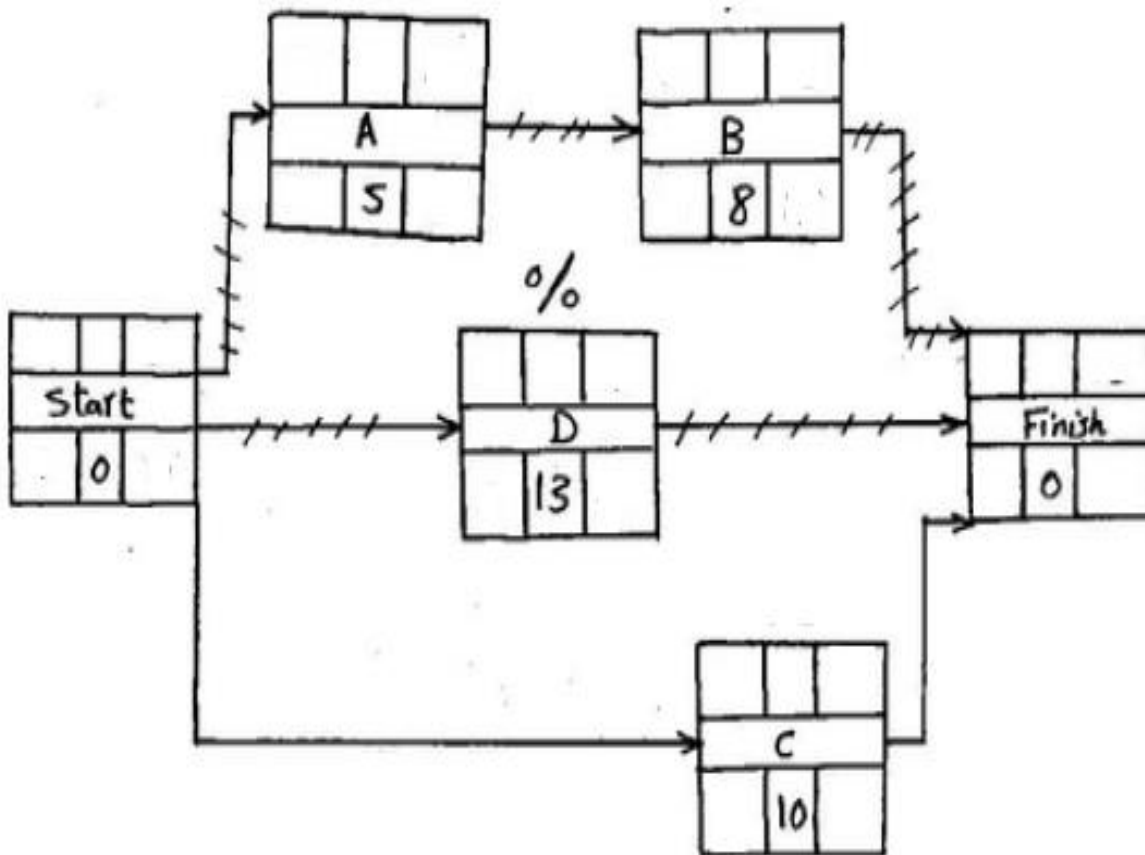
* نرسم ذكر الأنشطة الحرجة للشبكة Critical activities :-
 يتم ذكر أنشطة المسار الحرج مع حذف نشاط start & finish

$A \rightarrow E \rightarrow L \rightarrow X$

Examples



4 unique paths: A,C,E,F,G,H; A,C,D,G,H; A,B,D,G,H; A,B,E,F,G,H
 100 70 60 90



Critical Path:

1- Start -A-B-Finish

2- Start -D-Finish

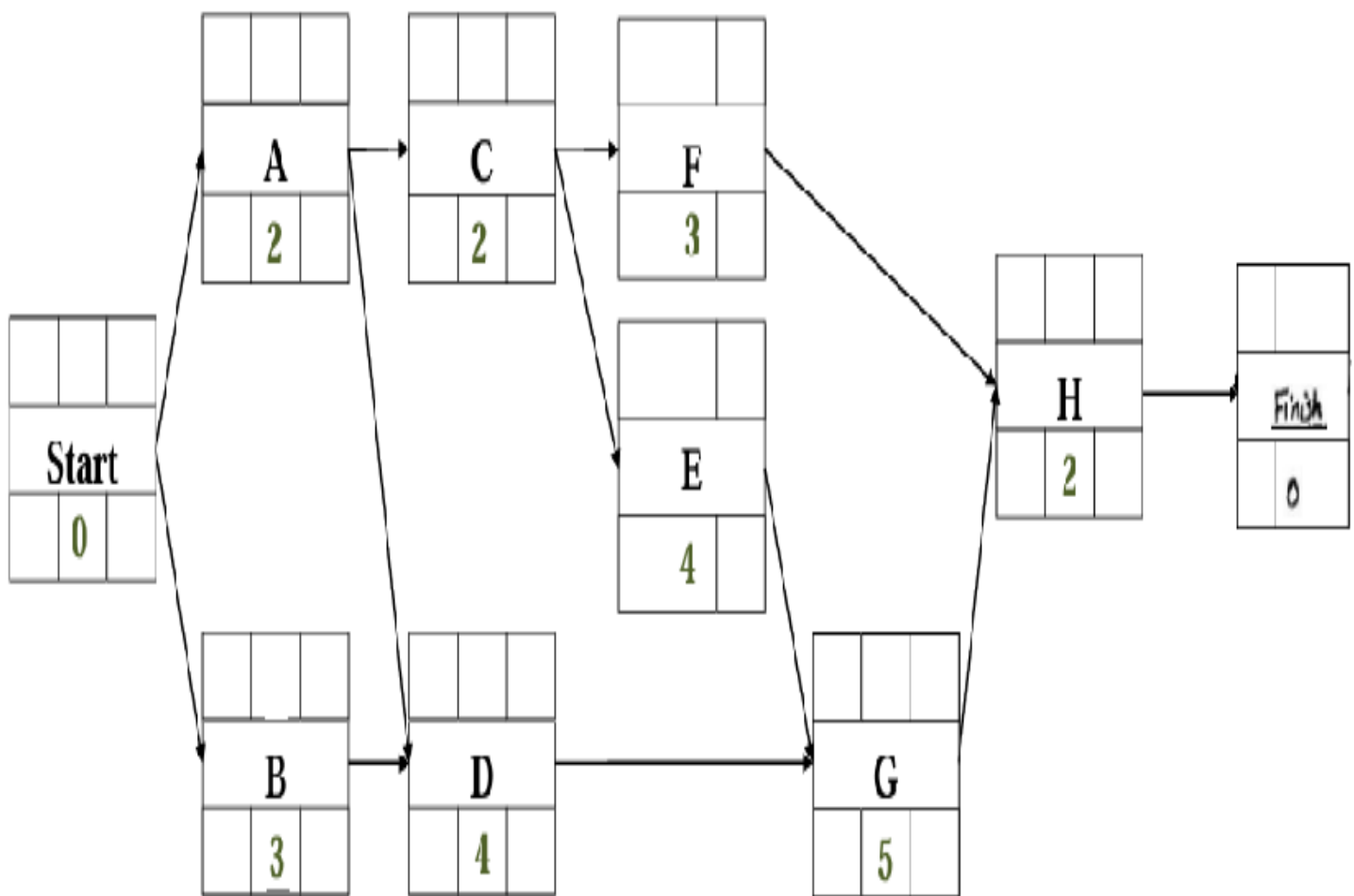
Project duration $5+8=13$ day

Problems

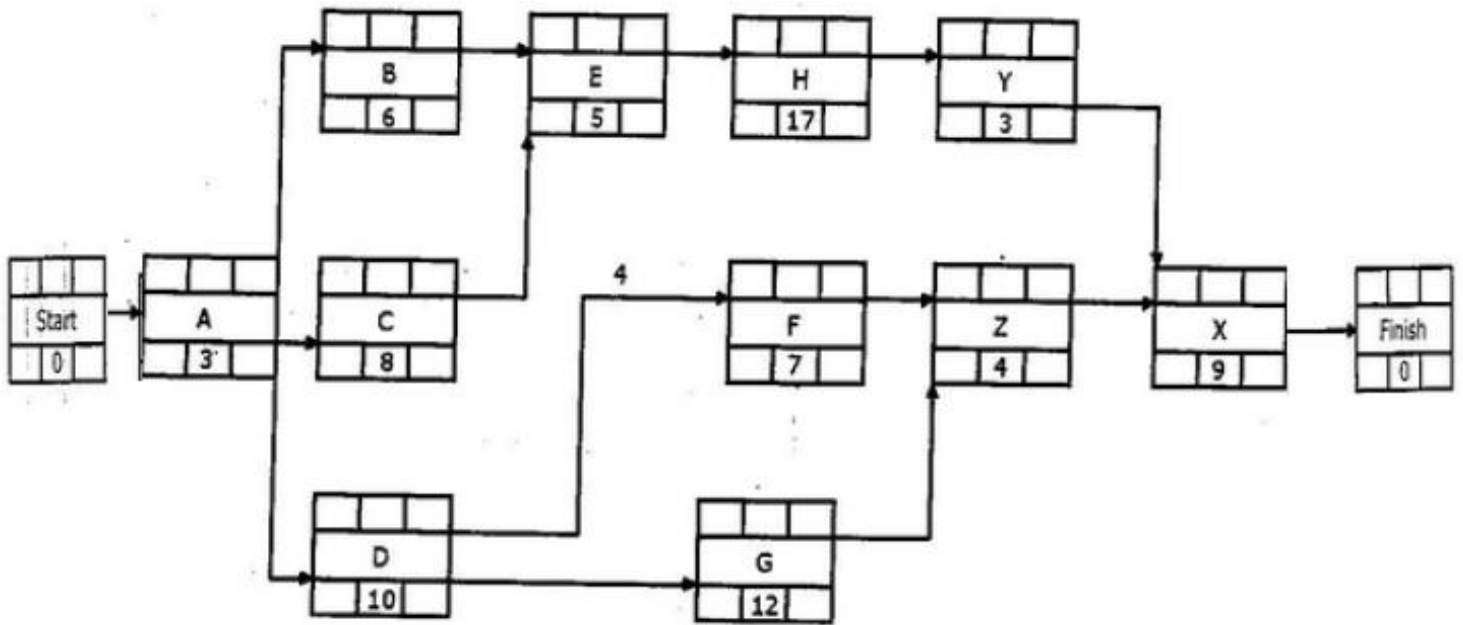
Required

- 1- The no of path
- 2- The critical path
- 3- The total duration

1-



2-



3-

