

Network Diagrams

The program can be shown as a network of interrelated activities, highlighting the start and finish times of each activity. There are numerous network programming techniques, but the following two types are traditionally used in the construction industry:

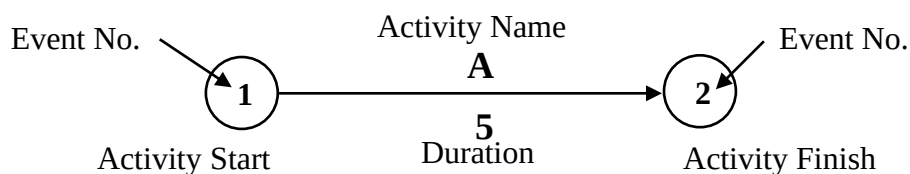
1. Activity on Arrow (Arrow Diagram)
2. Activity on Node (Precedence Diagram)

The objective of a network diagram is to identify the critical activities and show their relationships. This enables the planner to arrive at the minimum time in which the project can be undertaken.

Network diagrams may also be known by the following terms:

- Network Analysis
- Critical Path Analysis (CPA)
- Critical Path Method (CPM)

1. Activity on Arrow (Arrow Diagram) (A.O.A)

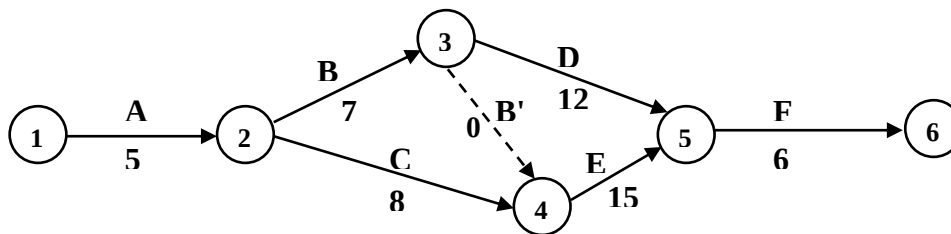


This is called the activity (A) or the event (1-2)

Example: Draw the network diagram by the Activity on Arrow technique for the following activities explained in the table below:

Seq.	Activity Symbol	Activity Duration (Days)	Preceded by
1	A	5	----
2	B	7	A
3	C	8	A
4	D	12	B
5	E	15	B, C
6	F	6	D, E

Solution:



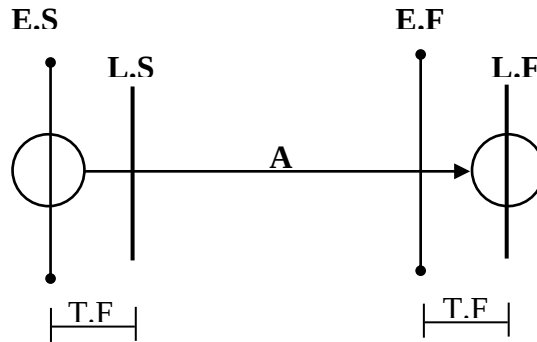
Important Definitions:

- Dummy Arrow (Dummy Activity):-** dummy arrow is directional so that it shows that the end of activity B is connected to the start of activity E, and has a duration of zero time units.
- Duration (D):-** the estimated time in any time unit to accomplish a specified activity.
- Early Start (E.S):-** the earliest time to begin a specified activity.
- Early Finish (E.F):-** the earliest time to finish a specified activity, calculated from the earliest start plus the duration of that activity.
$$E.F = E.S + D$$
- Late Finish (L.F):-** the latest time to finish a specified activity without any delay in the project execution.
- Late Start (L.S):-** the latest time to begin a specified activity without any effect on the total time to accomplish the project, calculated from the latest finish minus the duration of that activity.

$$L.S = L.F - D$$

7. **Total Float (T.F):-** the time that the start or the finish of a specified activity can wait without delay in the project achievement.

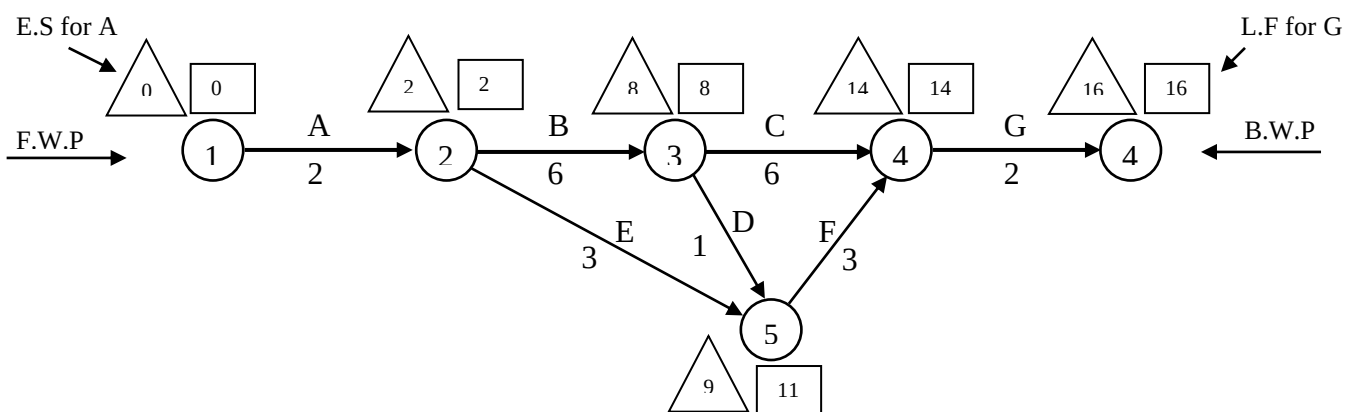
$$T.F = L.F - E.F = L.S - E.S$$



Example: Determine the project execution time and critical path for a project with the following information:

Activity	Duration (Week)	Followed by	Preceded by	E.S	E.F	L.F	L.S	T.F
A	2	B, E	---	0	2	2	0	0
B	6	C, D	A	2	8	8	2	0
C	6	G	B	8	14	14	8	0
D	1	F	B	8	9	11	10	2
E	3	F	A	2	5	11	8	6
F	3	G	D, E	9	12	14	11	2
G	2	---	C, F	14	16	16	14	0

Solution:



△ : E.S

□ : L.F

The project execution time = 16 weeks

Critical path = (ABCD) = 2+6+6+2=16 weeks

Forward Passing (F.W.P):

هو المرور على الشبكة من اليسار الى اليمين (من المقدمة) و دراسة بداية كل فعالية لغرض تحديد البداية المبكرة (E.S) لكل فعالية، حيث تكون مساوية الى حاصل جمع البداية المبكرة للفعالية السابقة زائداً مدة الفعالية السابقة وهكذا لكل فعالية.

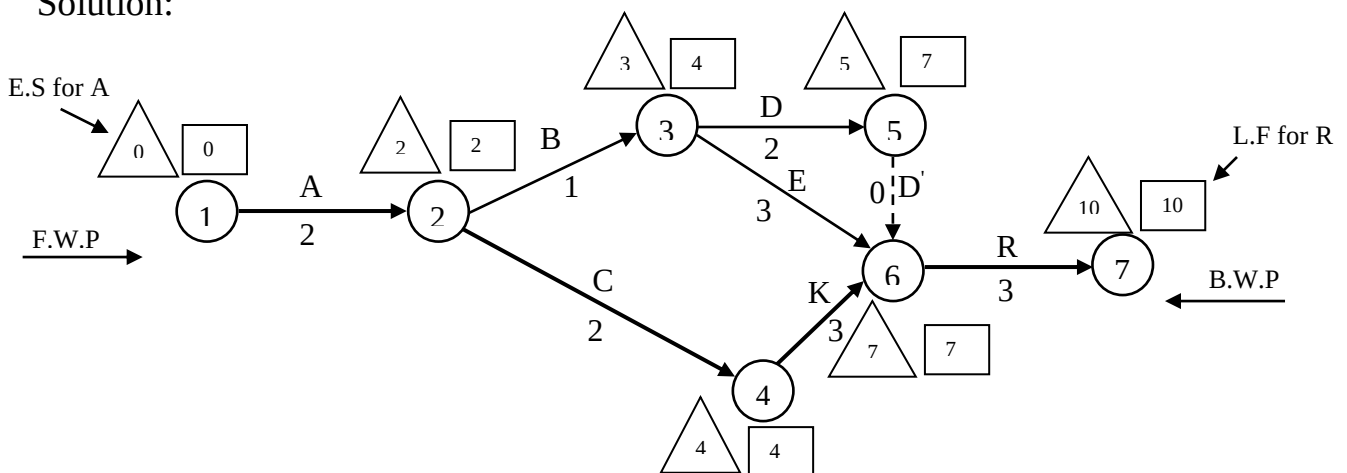
Backward Passing (B.W.P):

هو المرور على الشبكة من اليمين الى اليسار (من الخلف) ودراسة النهاية المتأخرة لكل فعالية حيث تساوي النهاية المتأخرة للفعالية اللاحقة مطروح منها مدة الفعالية اللاحقة للحصول على النهاية المتأخرة للفعالية الحالية وهكذا للفعاليات الاخرى.

Example:

Activity	Duration (Week)	Followed by	Preceded by
A	2	B, C	---
B	1	D, E	A
C	2	K	A
D	2	R	B
E	3	R	B
K	3	R	C
R	3	---	D, E, K

Solution:



Activity	Duration (Week)	Followed by	Preceded by	E.S	E.F	L.F	L.S	T.F
A	2	B, C	---	0		2		
B	1	D, E	A	2		4		
C	2	K	A	2		4		
D	2	R	B	3		7		
E	3	R	B	3		7		
K	3	R	C	4		7		
R	3	---	D, E, K	7		10		

2- Activity on Node (Precedence Diagram) (A.O.N)

The Activity on Node technique, or Precedence Diagram, uses similar logic to the Activity on Arrow technique, but it is presented differently. With this technique, the activity is represented by a box or node, with the arrows showing the logical relationship between boxes.

A		
E.S	D	L.S
E.F	T.F	L.F

Or

E.S	A	L.S
E.F	D	L.F

Or

E.S	A	E.F
L.S	D	L.F

Or

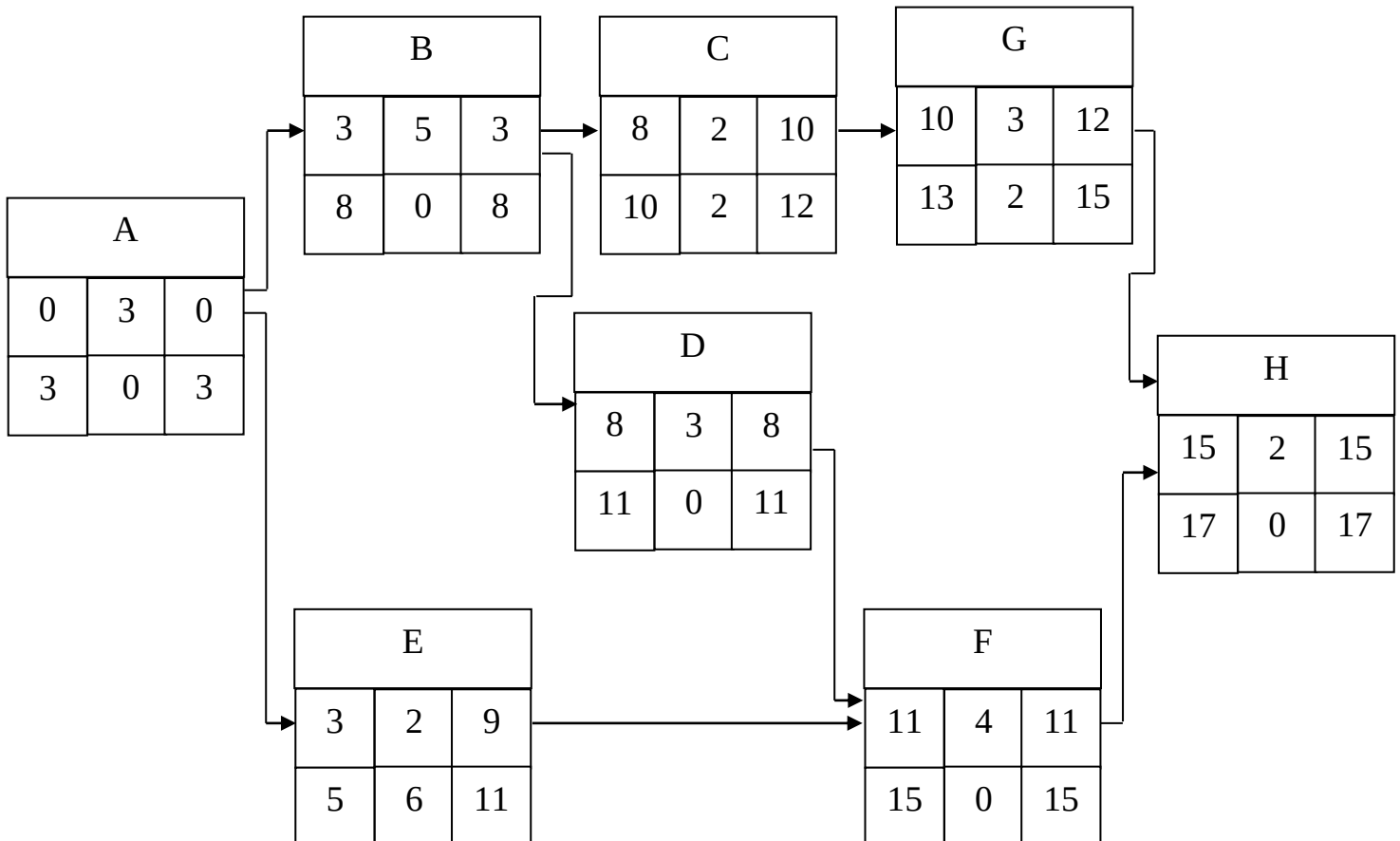
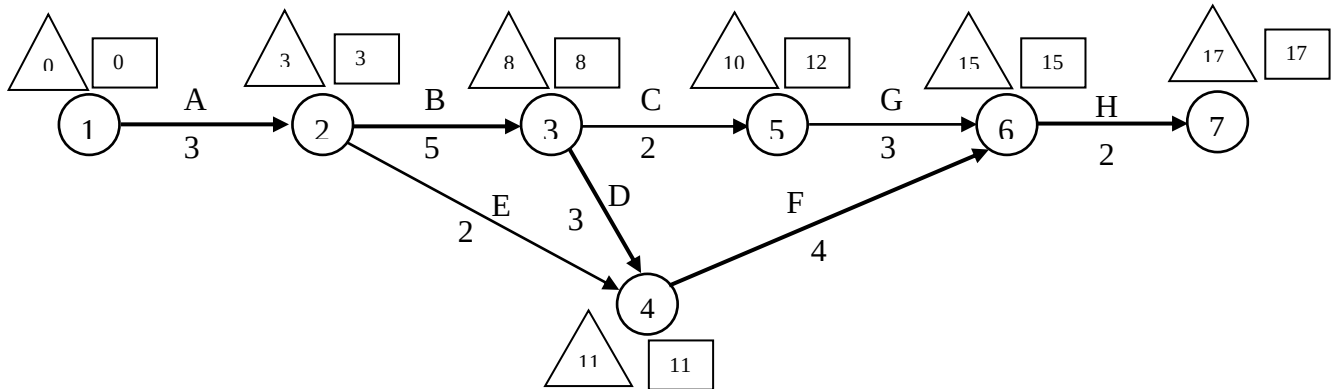
Resources		
E.S	A	L.S
E.F	D	L.F

Or

يتم تحديد مواعيد الفعاليات في المخطط الشبكي بأسلوب الاسبقية بالطريقة نفسها التي أتبع في المخطط الشبكي بأسلوب الأسهم وذلك بأجراء حسابات الاتجاه الأمامي (Forward Passing) لغرض التوصل الى الموعد

الأقرب للمباشرة والانتهاه لكل فعالية، ثم يتبع ذلك حسابات الاتجاه الخلفي (Backward Passing) التي يتم فيها التوصل الى الموعد الأبعد للمباشرة والانتهاه من كل فعالية بعد ذلك يتم تحديد الوقت الاحتياطي الكلي (Total Float) في الفعالية بتطبيق المعادلات الخاصة بذلك، ويتم عادة تأشير مقادير المواعيد ومقادير الوقت الاحتياطي الكلي للفعاليات في الاجزاء المخصصة لها ضمن المستطيل المخصص لكل فعالية.

Example: Convert the Arrow Diagram to the Precedence Diagram.



Precedence Diagram Specifications

1. There is no dummy activity.
2. All information that is wanted for any activity is written on the node area.
3. The time overlapping problem for activities is solved by this method (the set of activities starts at the nearest time).
4. The delay time for activities can be solved without needing to return to the primary details of the plan.

Relationships Among Activities (Precedence Relationships)

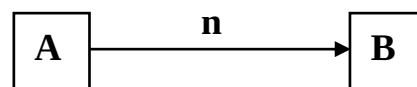
في المخطط الشبكي بطريقة الاسهم (Arrow Diagram) تربط الفعاليات نوع واحد من العلاقة المنطقية يشار إليها بأنها علاقة نهائية- بداية (Finish to Start) أي ان الفعالية اللاحقة تبدأ بعد الانتهاء من الفعالية التي تسبقها مباشرة وهو ما يعبر عنه من خلال شكل ترابط الأسهم داخل المخطط الشبكي.

أما المخطط الشبكي بأسلوب الأسبقية (Precedence Diagram) فإن أسلوب ترميز الفعاليات يعني بأن الخط الواصل بين أي فعاليتين يمثل القيد (Constraint) الذي يحدد التسلسل المنطقي الذي يضعه مخطط المشروع. وفي حالة تحديد مدة معينة للقيد (Duration of Constraint) فإن ذلك يعني ضرورة وجود فاصل زمني بين الفعالتين. ويشار إليه بوضع رقم يمثل مدة الفاصل فوق الخط الذي يمثل القيد.

هنالك اربعة أنواع للعلاقة بين الفعاليات وكما يلي:

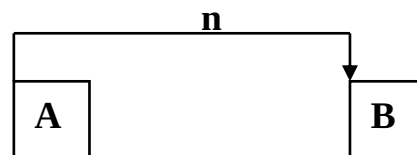
A- Finish to Start $\longrightarrow$ F.S

That means activity (A) finishes before starting in activity (B) by (n) period.



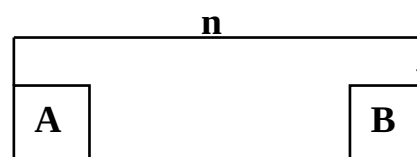
B- Start to Start $\longrightarrow$ S.S

That means activity (A) starts before starting in activity (B) by (n) period.



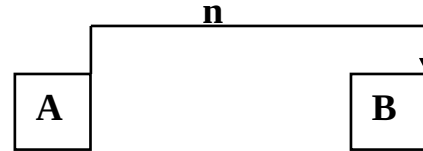
C- Start to Finish $\longrightarrow$ S.F

That means activity (A) starts before the finish for activity (B) by (n) period.



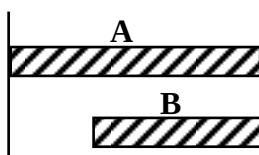
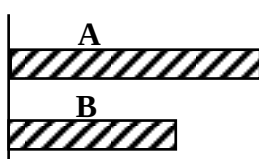
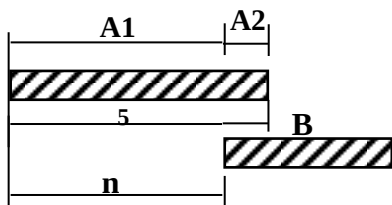
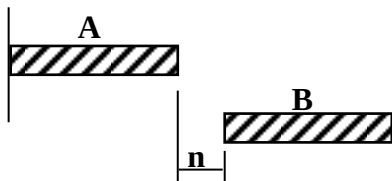
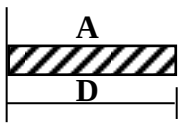
D- Finish to Finish $\longrightarrow$ F.F

That means activity (A) finished before the finish of activity (B) by (n) period.

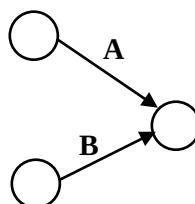
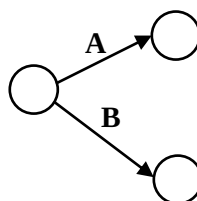
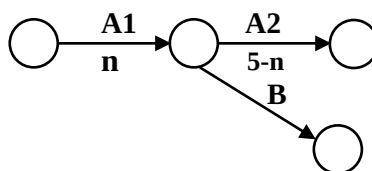
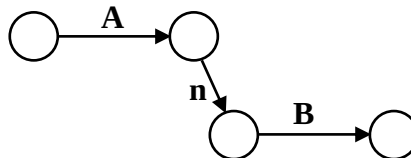
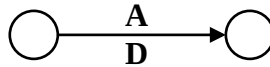


Logic Relationship Presentation by (Bar Chart), (A.O.A), and (A.O.N)

Bar Chart

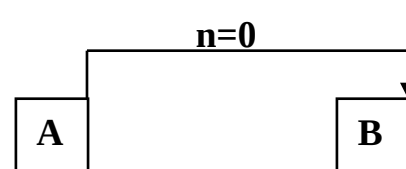
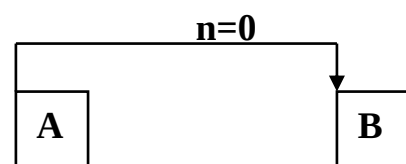
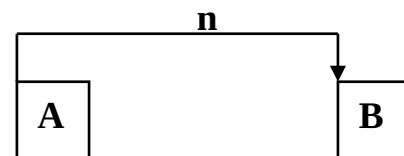
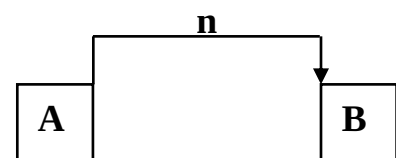


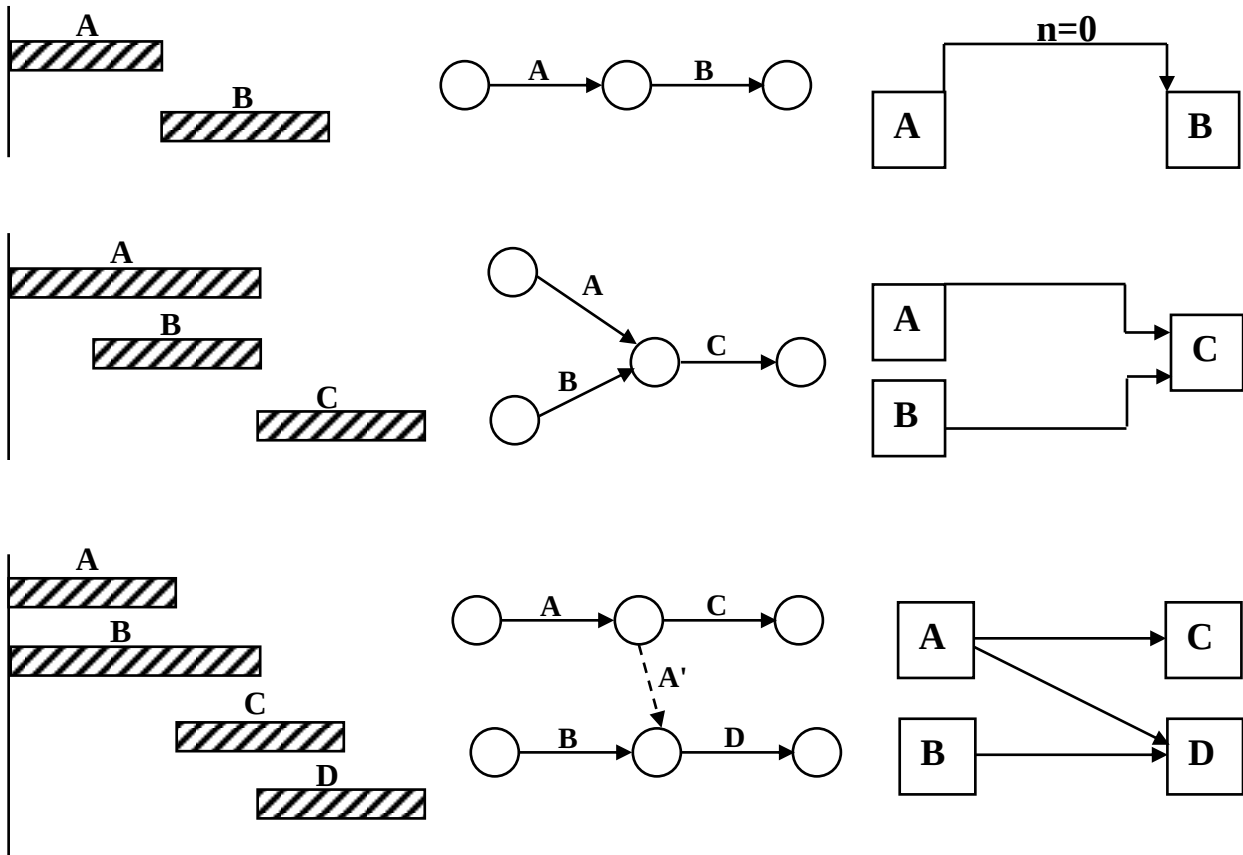
A.O.A



A.O.N

A		
E.S	D	L.S
E.F	T.F	L.F





Example 2:

