

Steel 2012

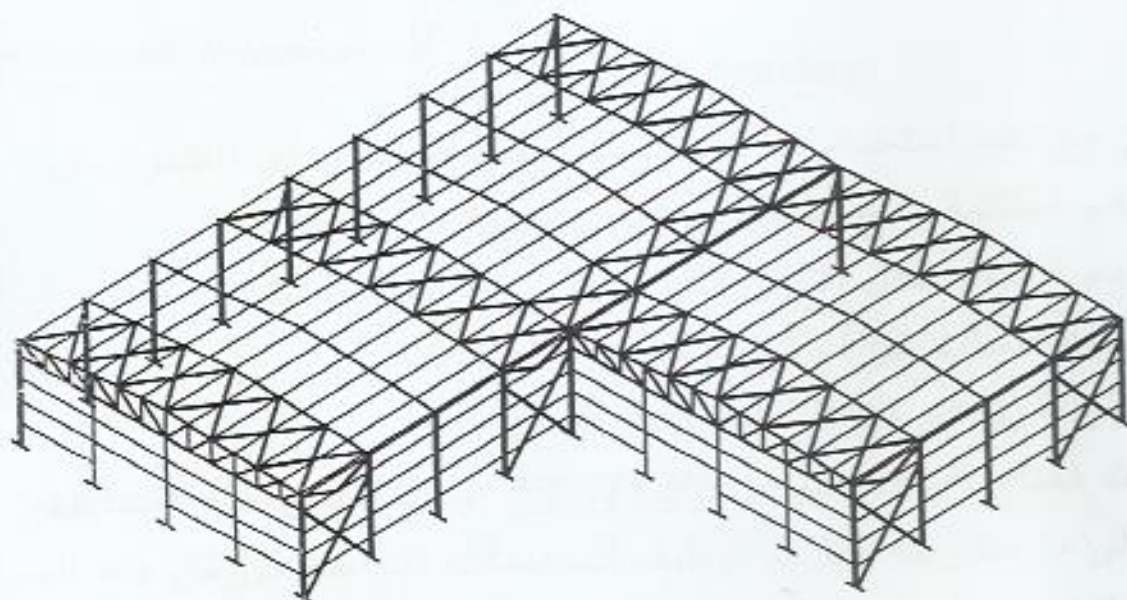
A / 2



10
1

SYSTEMS

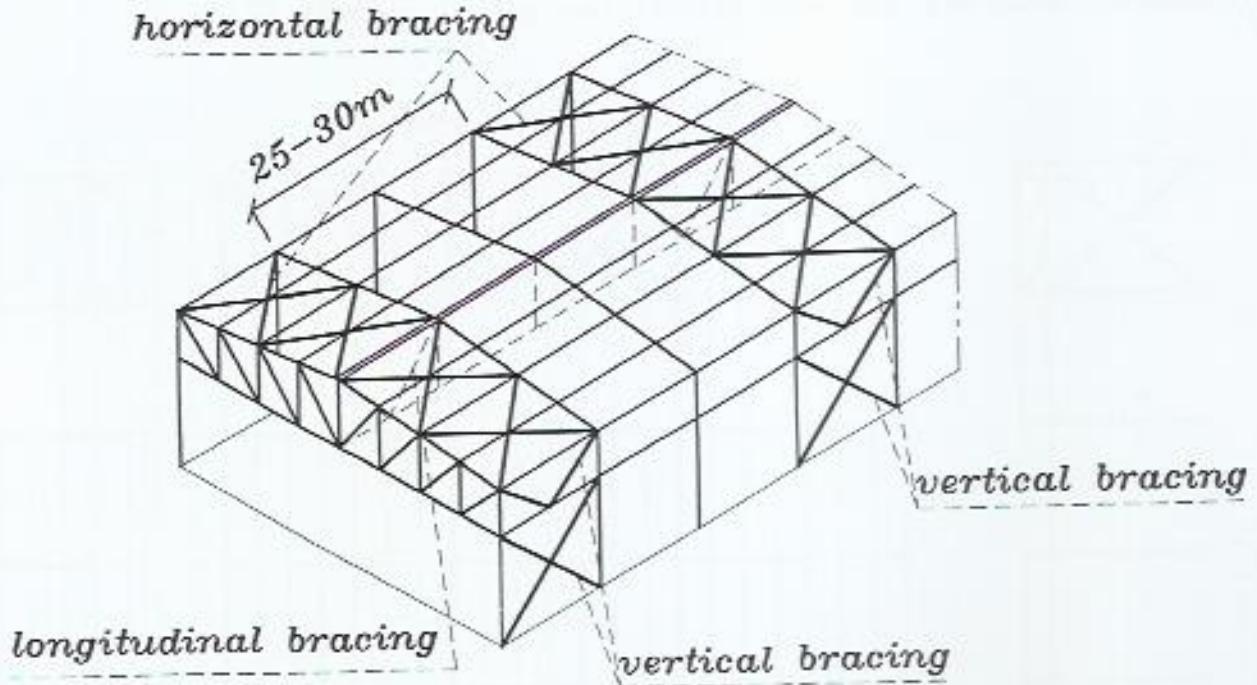
PART (1)



(2012-2013)

systems

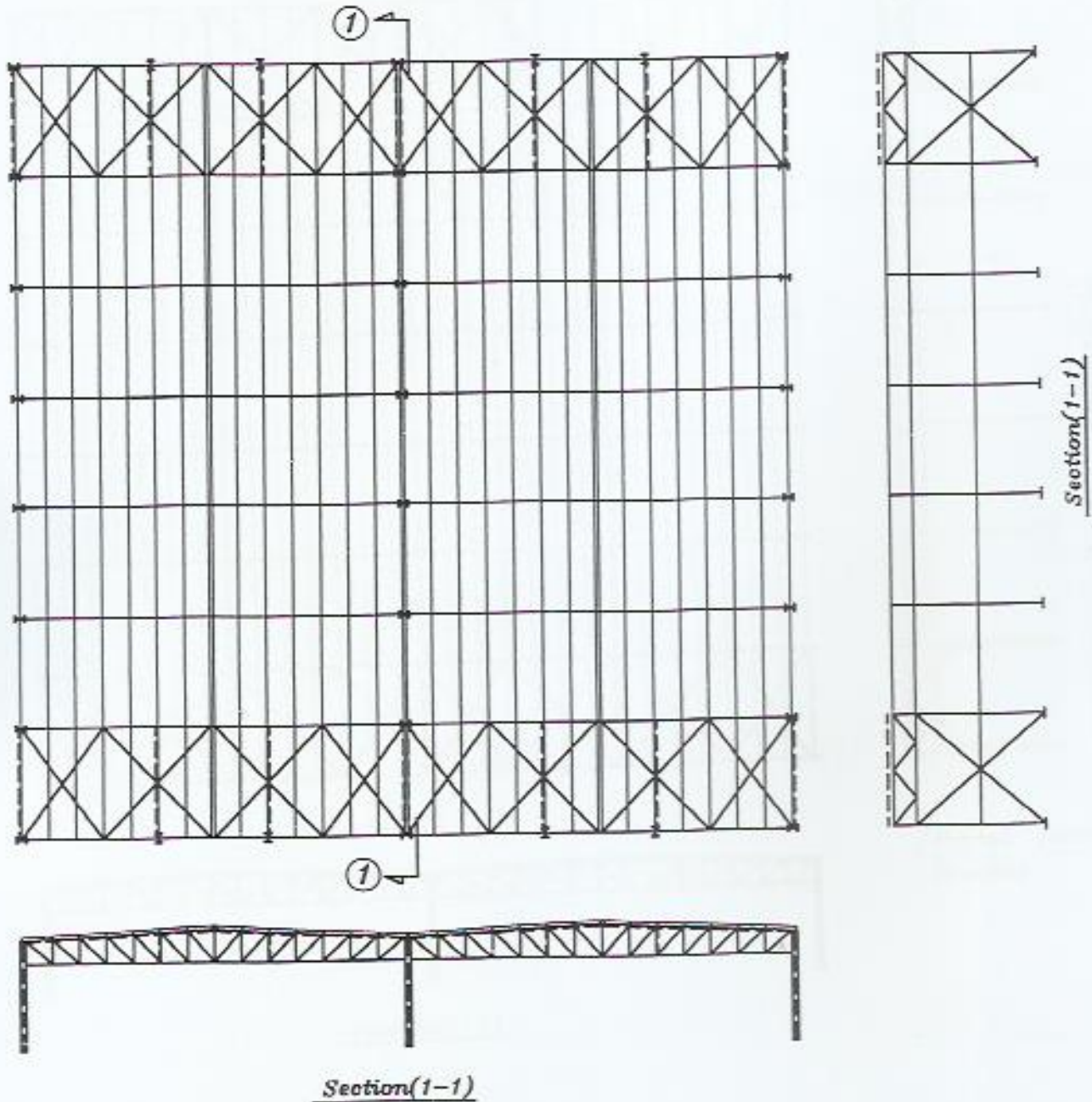
درسنا فى بداية معرفتنا بهذه المادة النظام الانشائى لقطعة أرض مستطيلة منتظمة بوضع ال *Trusses* فى الاتجاه القصير للارض ووضع ال *Purlins* عمودية عليها و لم يوجد مايعوق وضع ال *Trusses* فى هذه الارض .



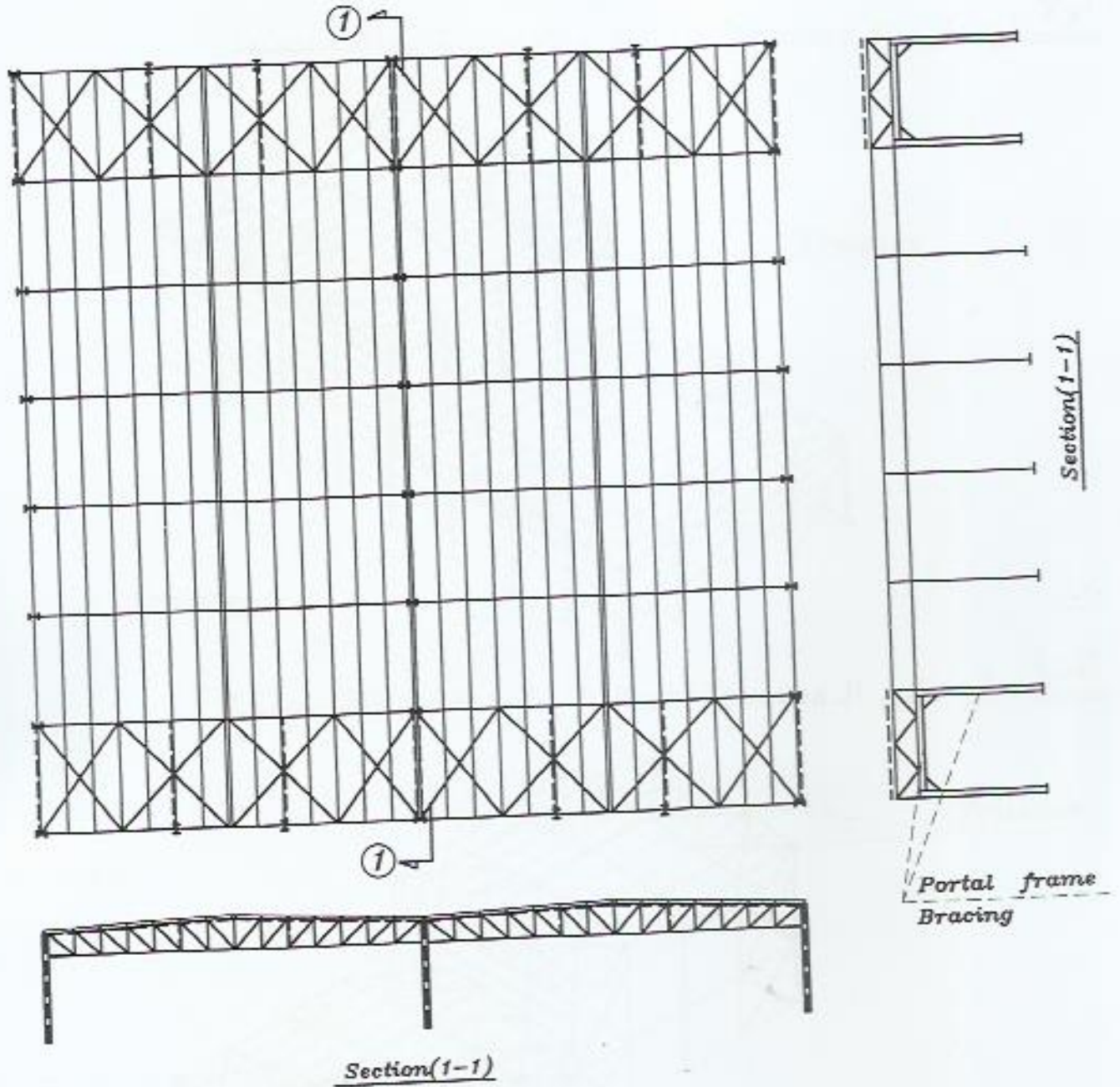
- و لكن مع تغير استخدامات الارض تبدأ بعض المشاكل فى الظهور مثل
- ١ - عدم امكانية وضع أعمدة فى اماكن معينة من الارض .
 - ٢ - عدم انتظام شكل الارض مثل أن تكون الارض على شكل حرف *L* أو *T* .
 - ٣ - وجود فتحات فى اماكن معينة من الارض .
 - ٤ - وجود فرق فى الارتفاعات داخل المبنى .
- و لذلك نحتاج الى التفكير فى SYSTEMS مختلفة لحل هذه المشاكل .
- وبالتالى ما سندرسه هنا هو توظيف المعلومات السابقة فى حل هذه المشاكل مع اضافة بعد المعلومات الجديدة .

1 Portal frame bracing

فى بعض الحالات لا يكون من المسموح عمل Vertical bracing فى داخل الارض حتى لا يعوق الحركة داخل المبنى و بالتالى لا يمكن عمل الحل التالى لل Vertical bracing عند صف الاعمدة الموجود فى منتصف الارض .



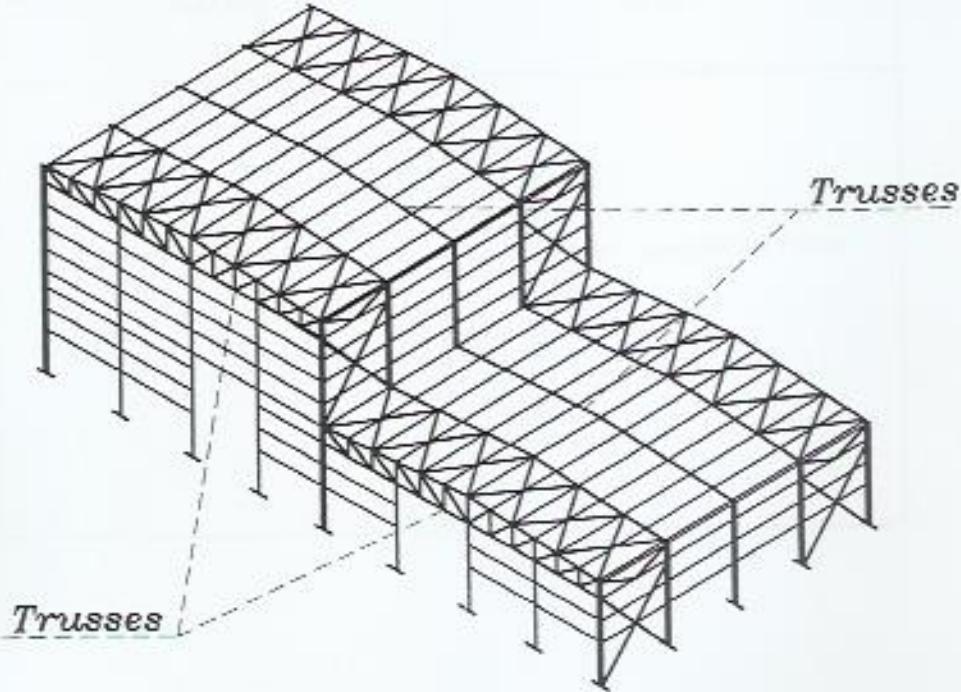
و كما نعلم ان ال *Vertical bracing* عبارة عن *Truss* الهدف منه مقاومة الاحمال فى الاتجاه الطويل للارض و بالتالى فى حالة عدم المقدرة على عمل هذا ال *Truss* فاننا نلجأ الى عمل *Frame* فى نفس المكان لمقاومة نفس الاحمال و يسمى فى هذه الحالة بال *Portal frame bracing*.



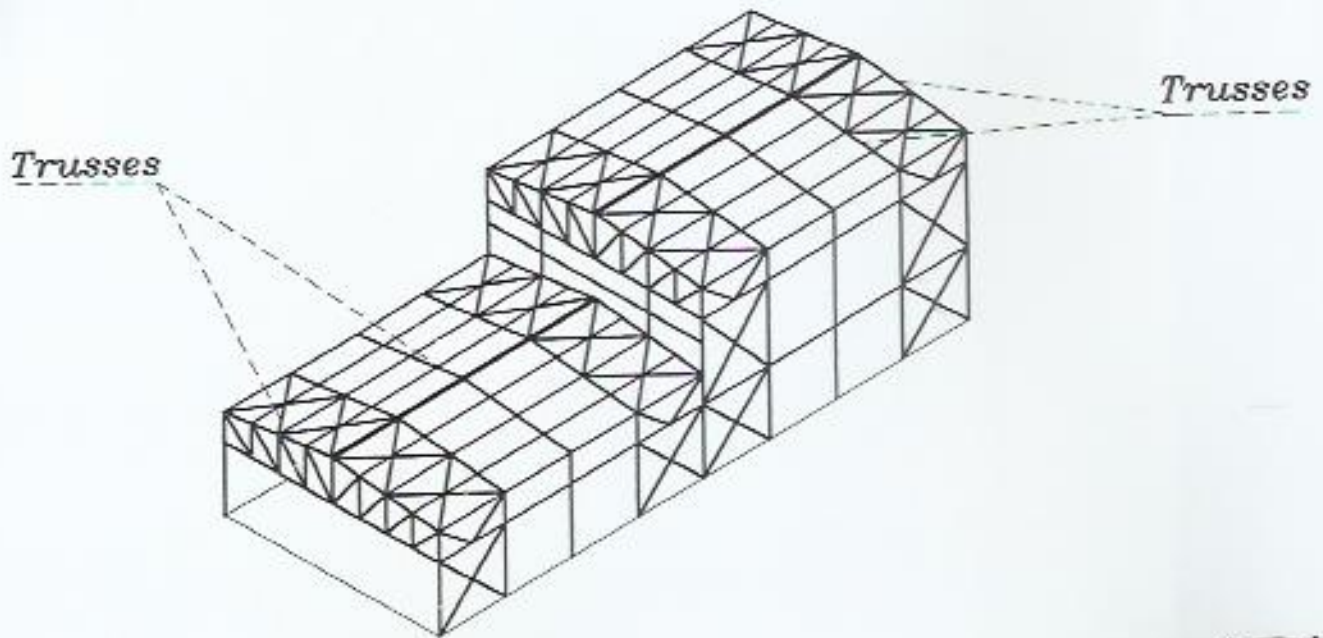
و هذا معناه أنه من المطلوب تنفيذ المبنى مع وجود فرق ارتفاعات بين أجزاء المبنى المختلفة .

و يوجد احتمالان لوجود فرق الارتفاعات :

أولاً أن تكون ال *Trusses* العالية و المنخفضة بجانب بعضها

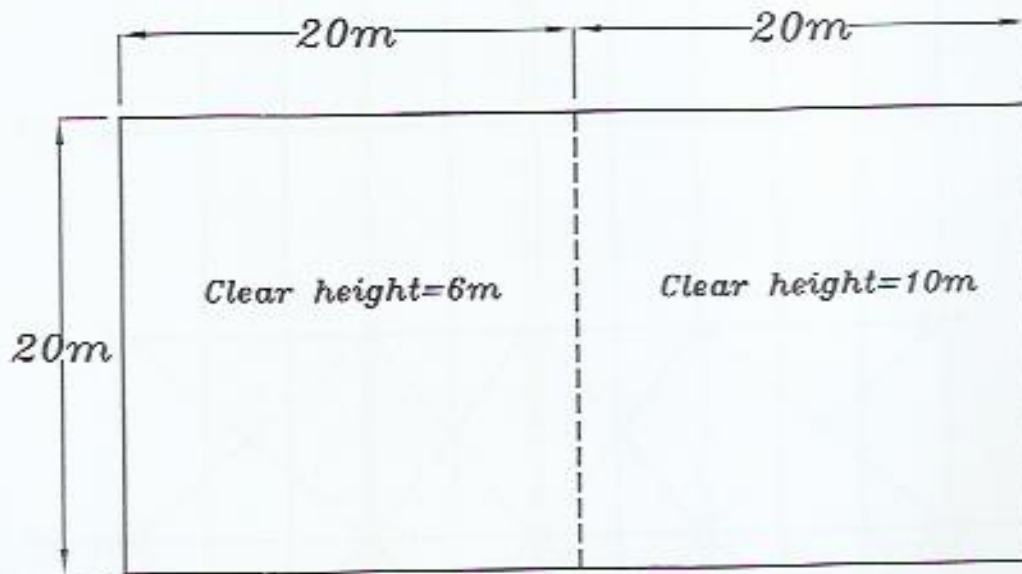


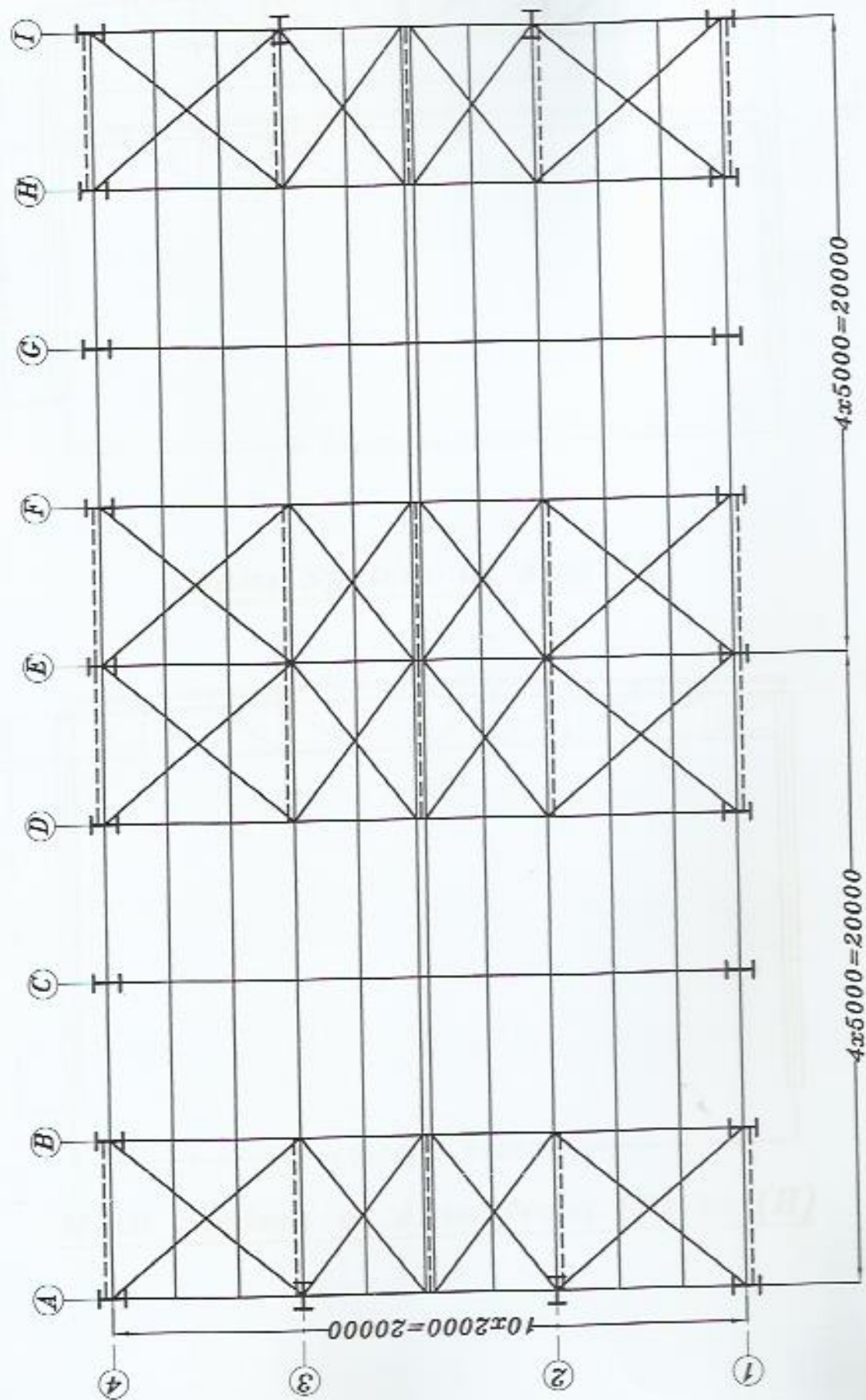
ثانياً أن تكون ال *Trusses* العالية و المنخفضة خلف بعضها



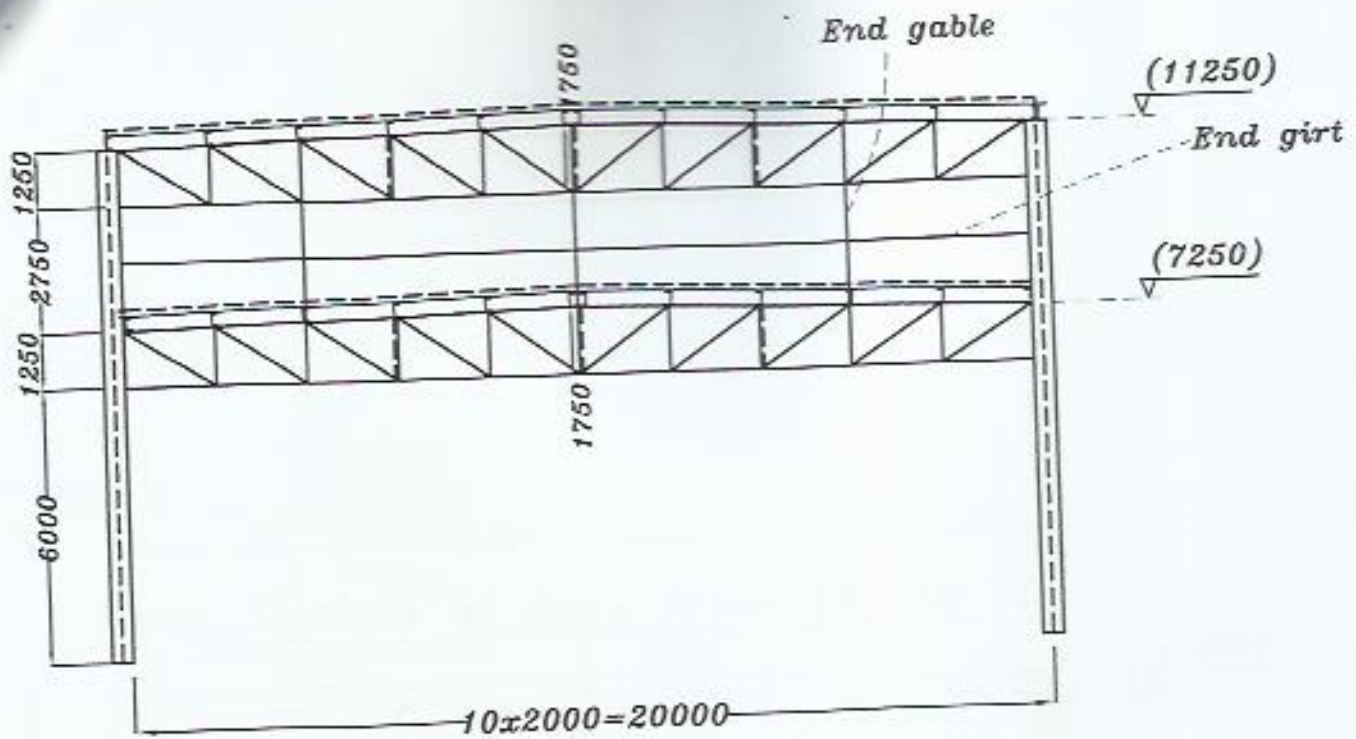
Example

A factory building is to be constructed over a rectangular area (20m x 40m), the main system is made up of steel trusses. Steel columns are provided along perimeter المحيط only, clear height is variable, the covering material used is galvanized steel sheets.

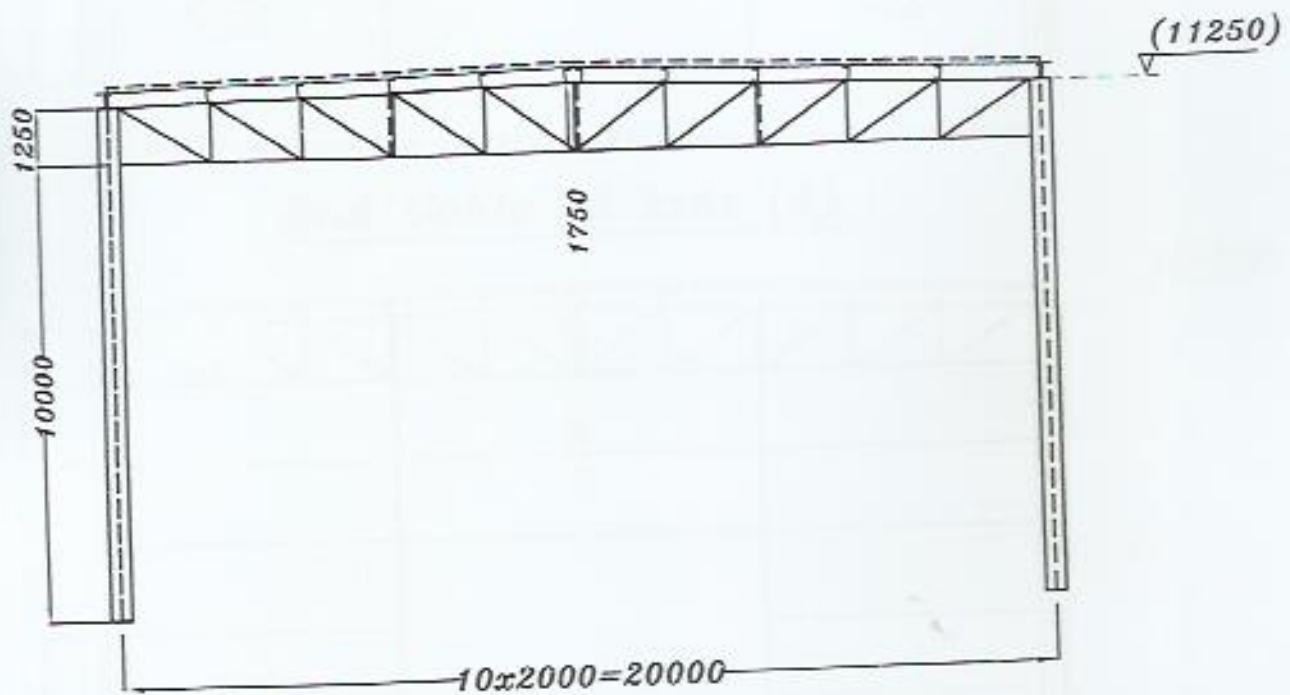




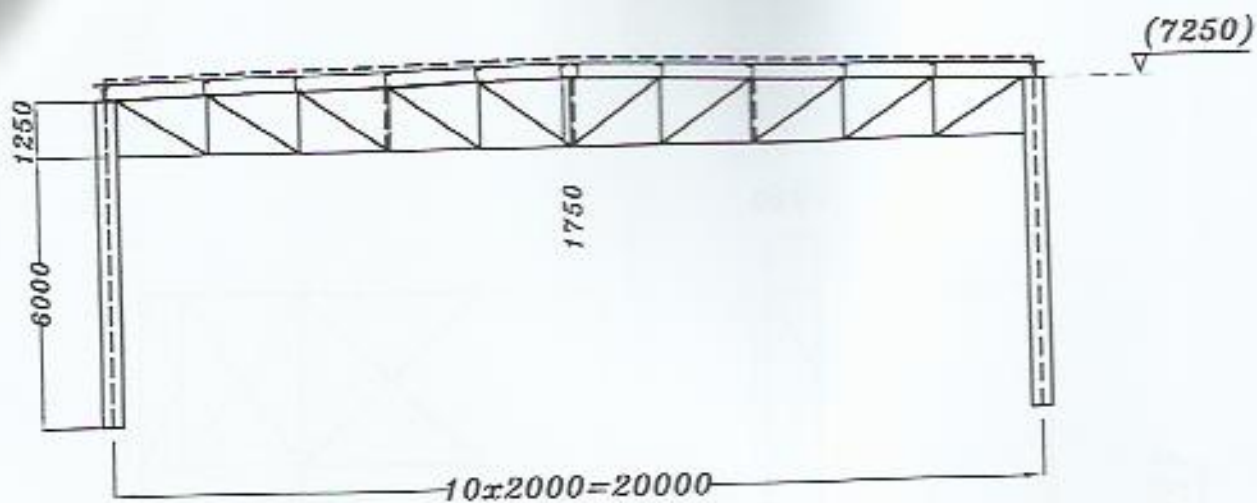
Plan



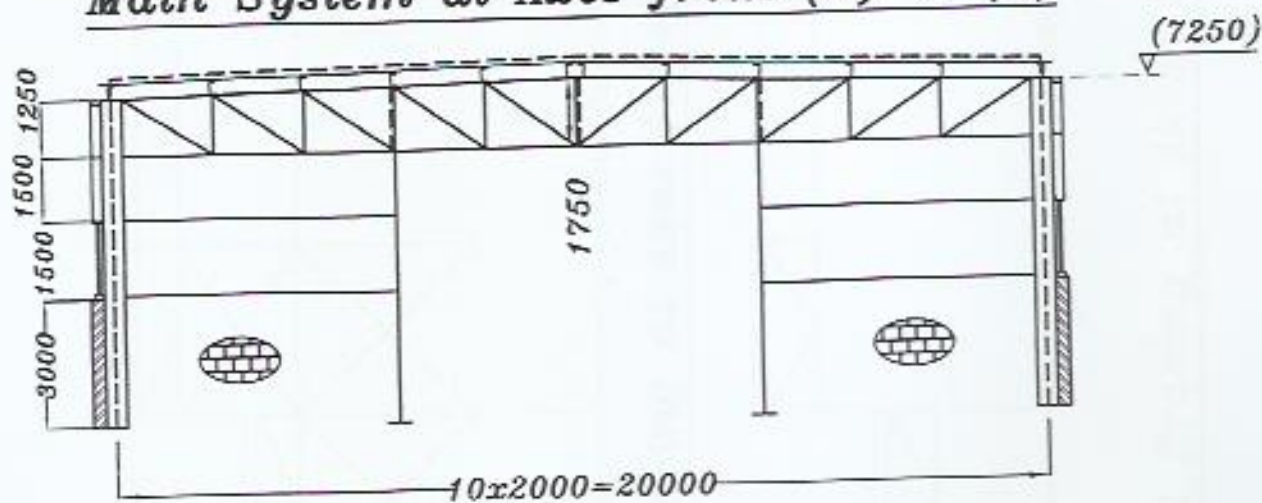
Main System at Axis (E)



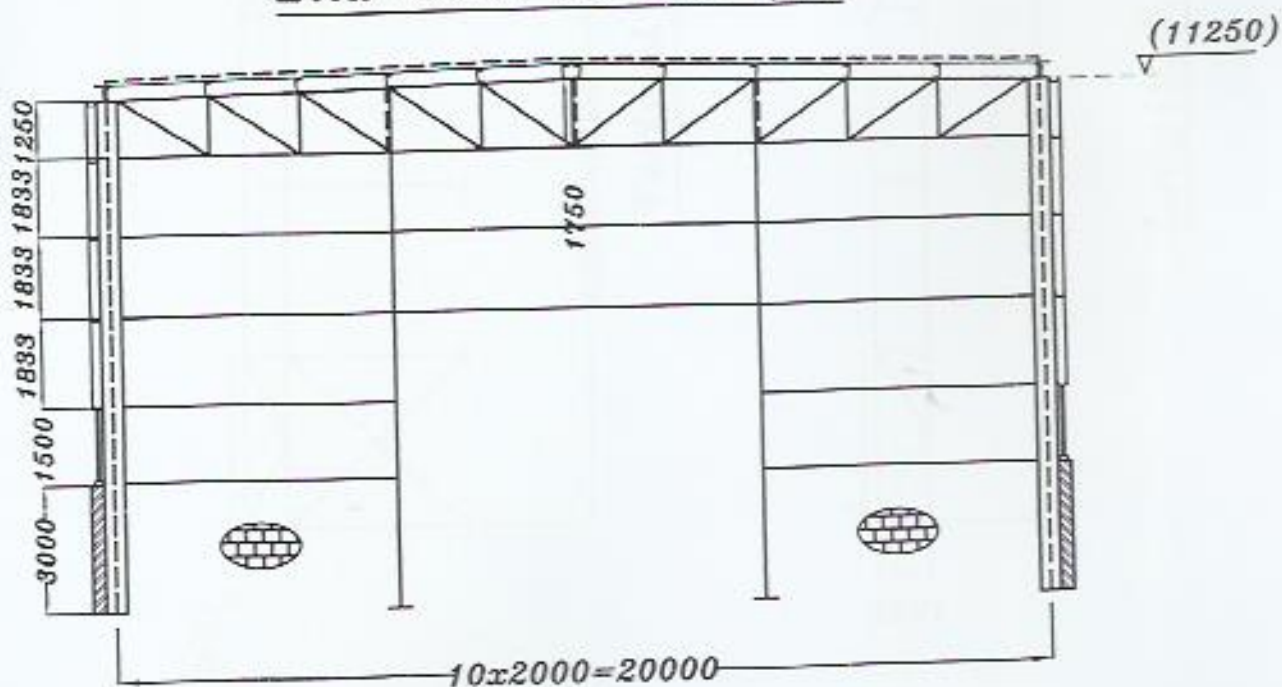
Main System at Axes from (F) to (H)



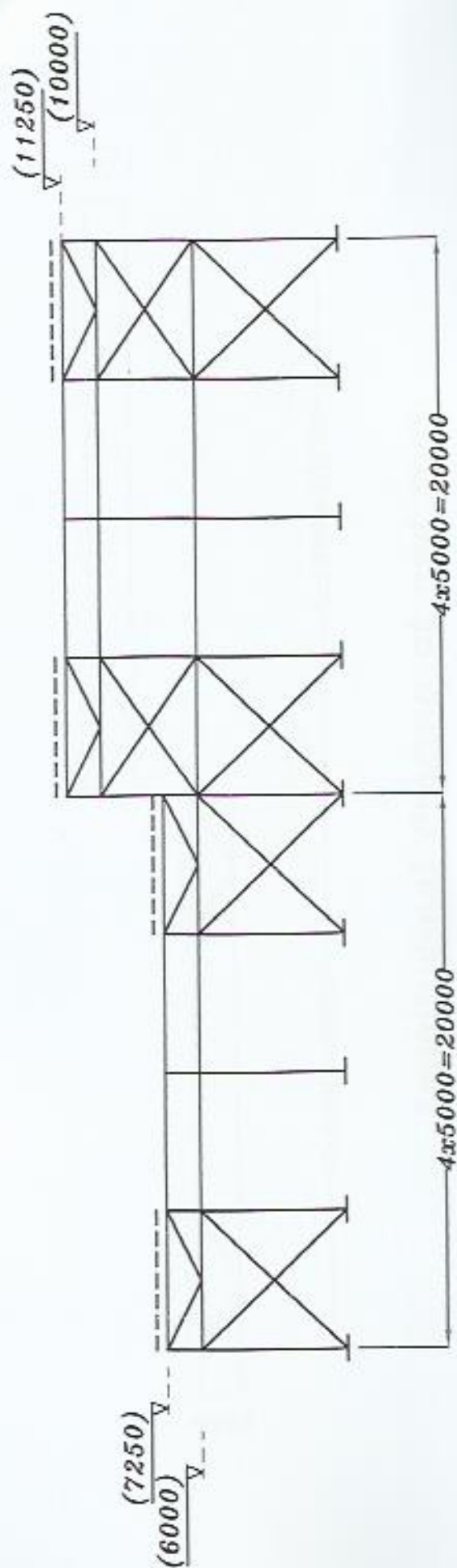
Main System at Axes from (B) to (D)



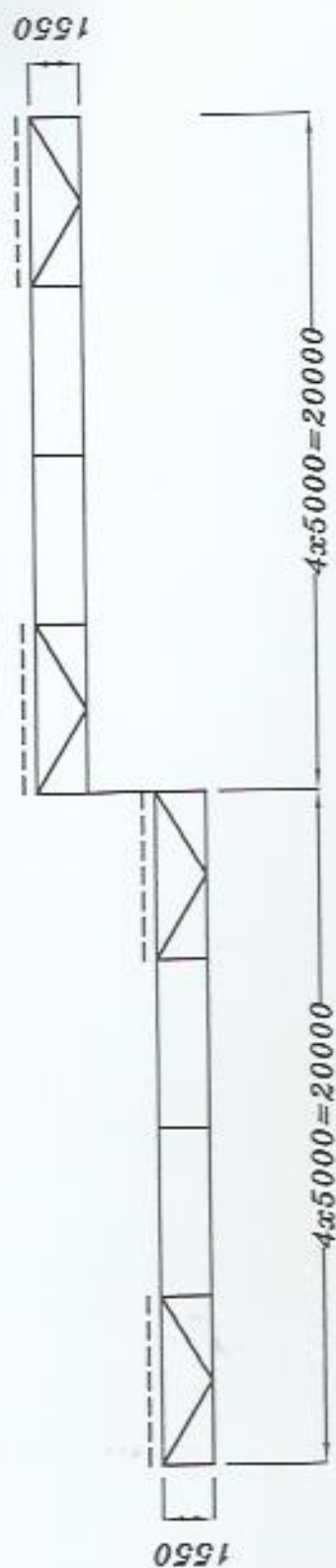
End Gable at Axis (A)



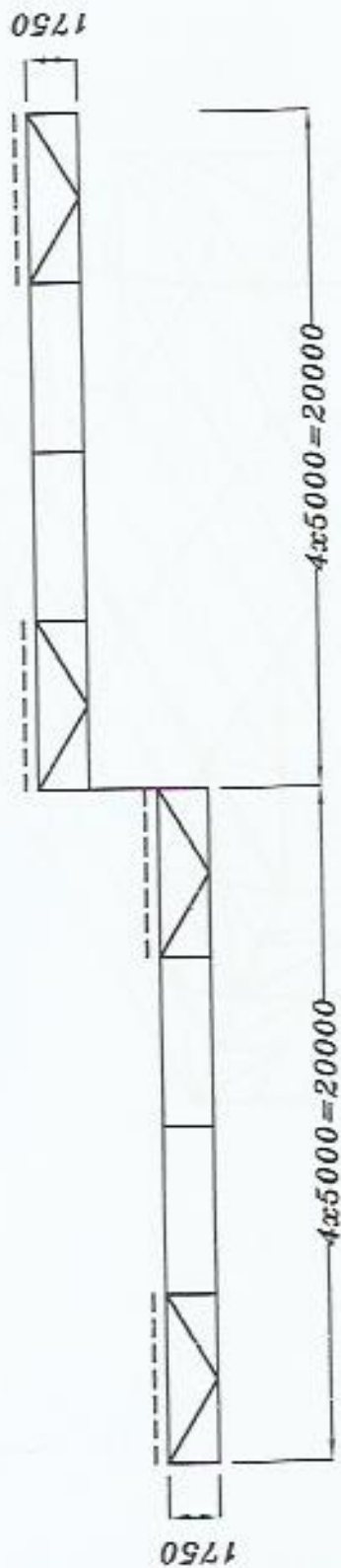
End Gable at Axis (I)



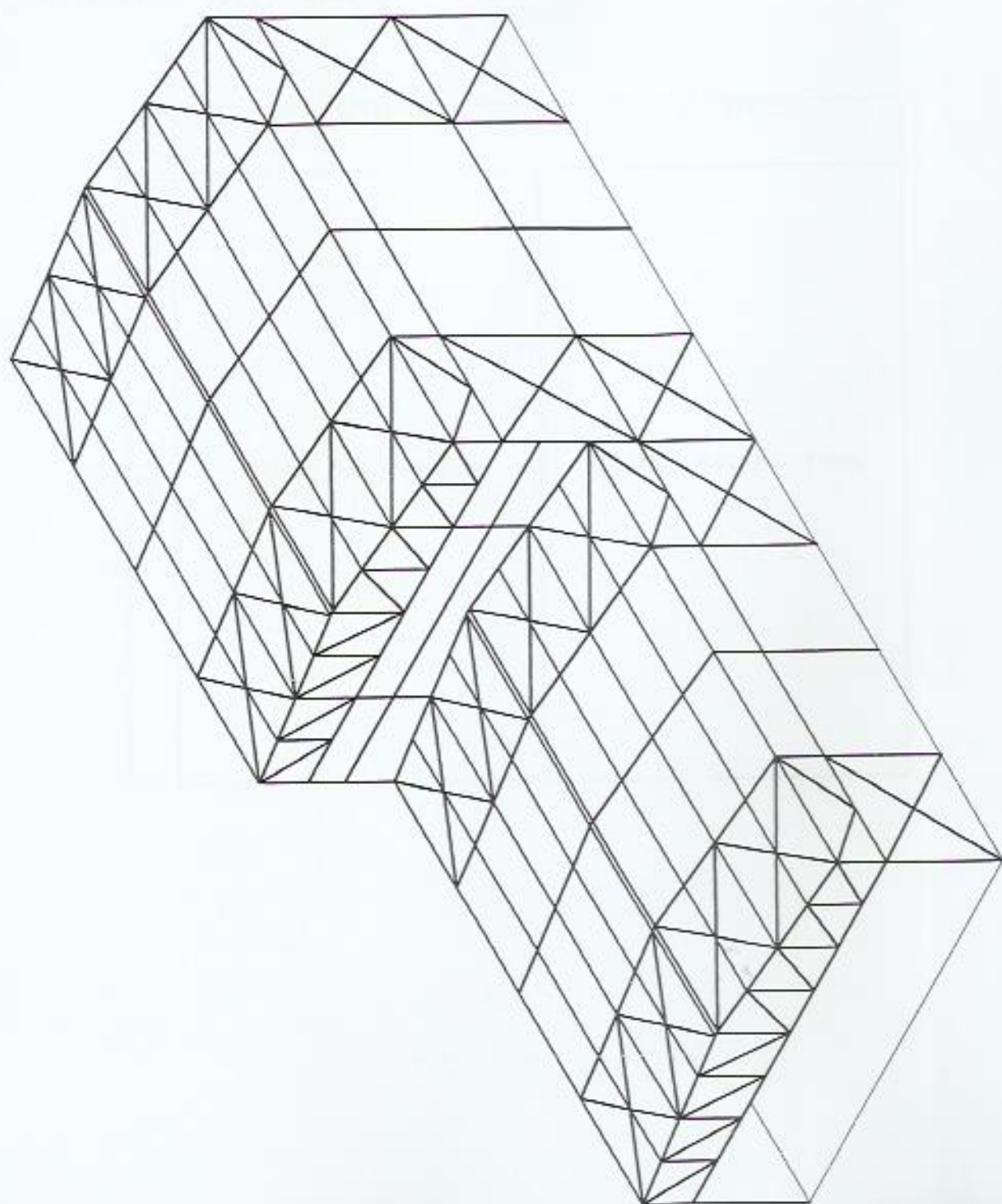
Vertical Bracing at Axes (1&4)



Longitudinal Bracing at Axes (2&3)

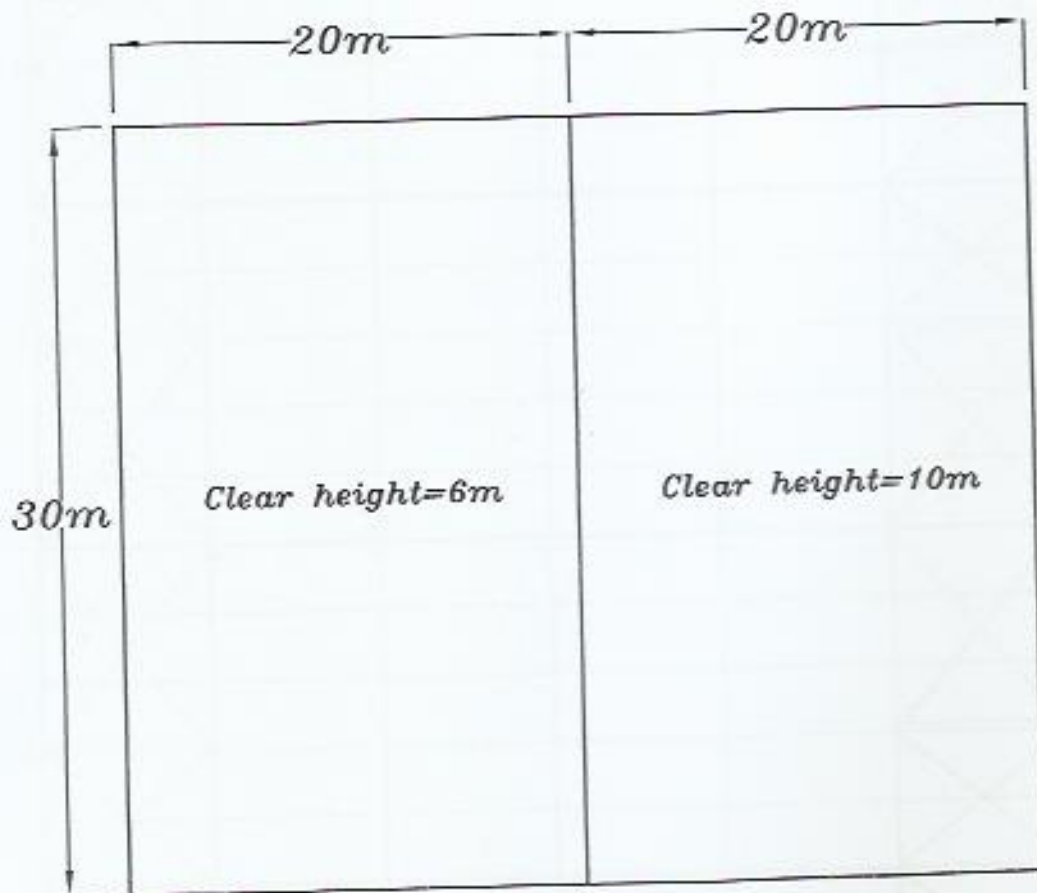


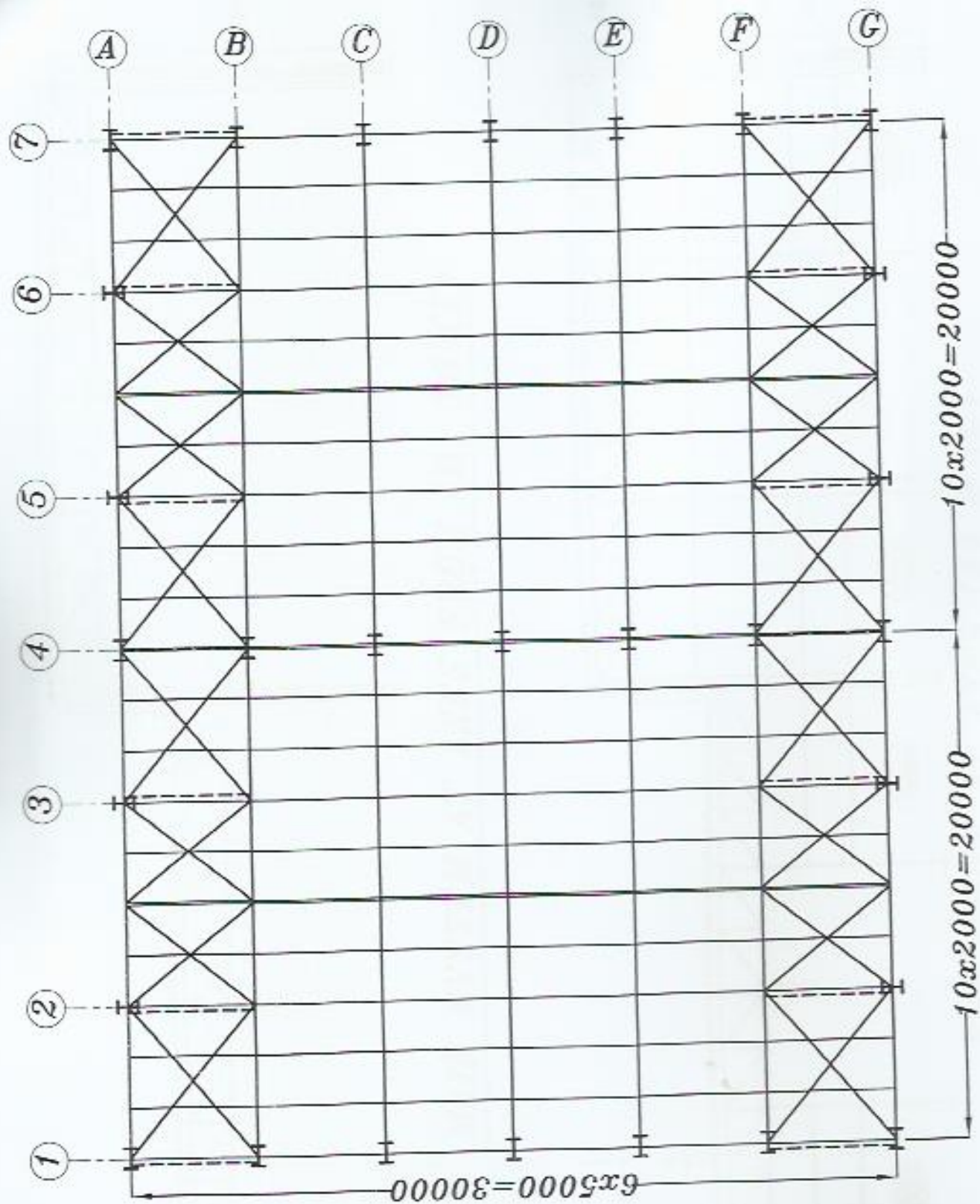
Longitudinal Bracing at mid span



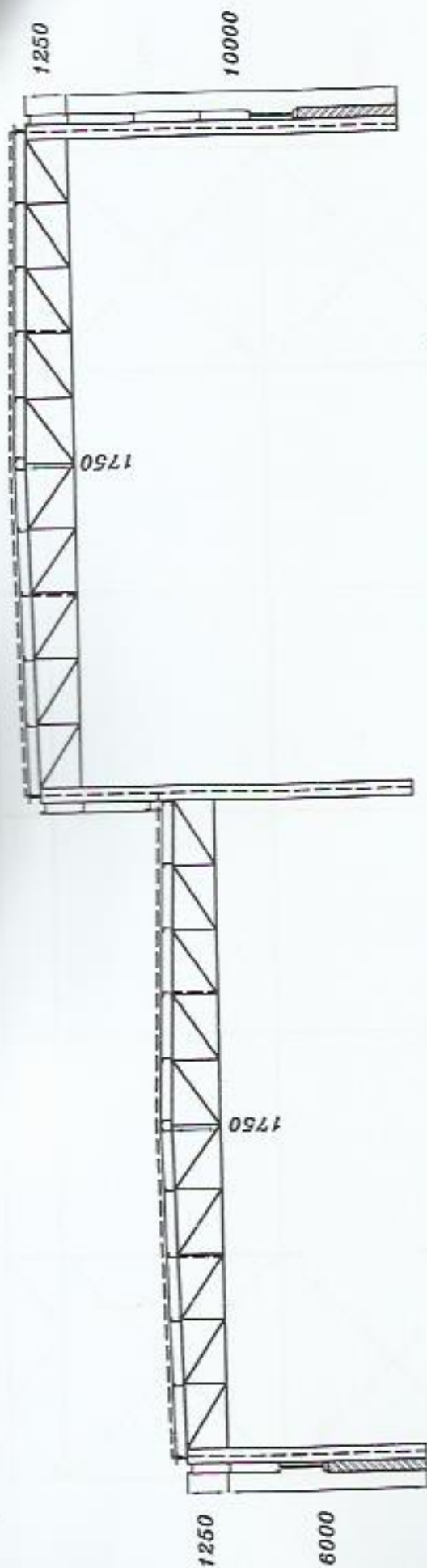
Example

A factory building is to be constructed over a rectangular area ($20\text{m} \times 40\text{m}$), the main system is made up of steel trusses. Steel columns are permitted along solid lines only, clear height is variable, the covering material used is galvanized steel sheets.

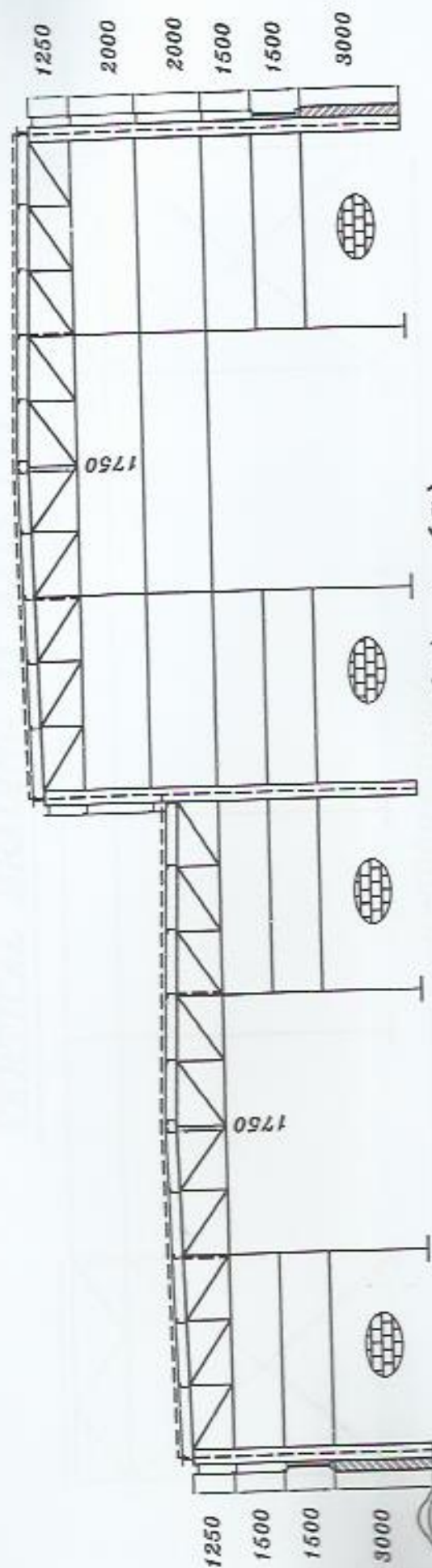




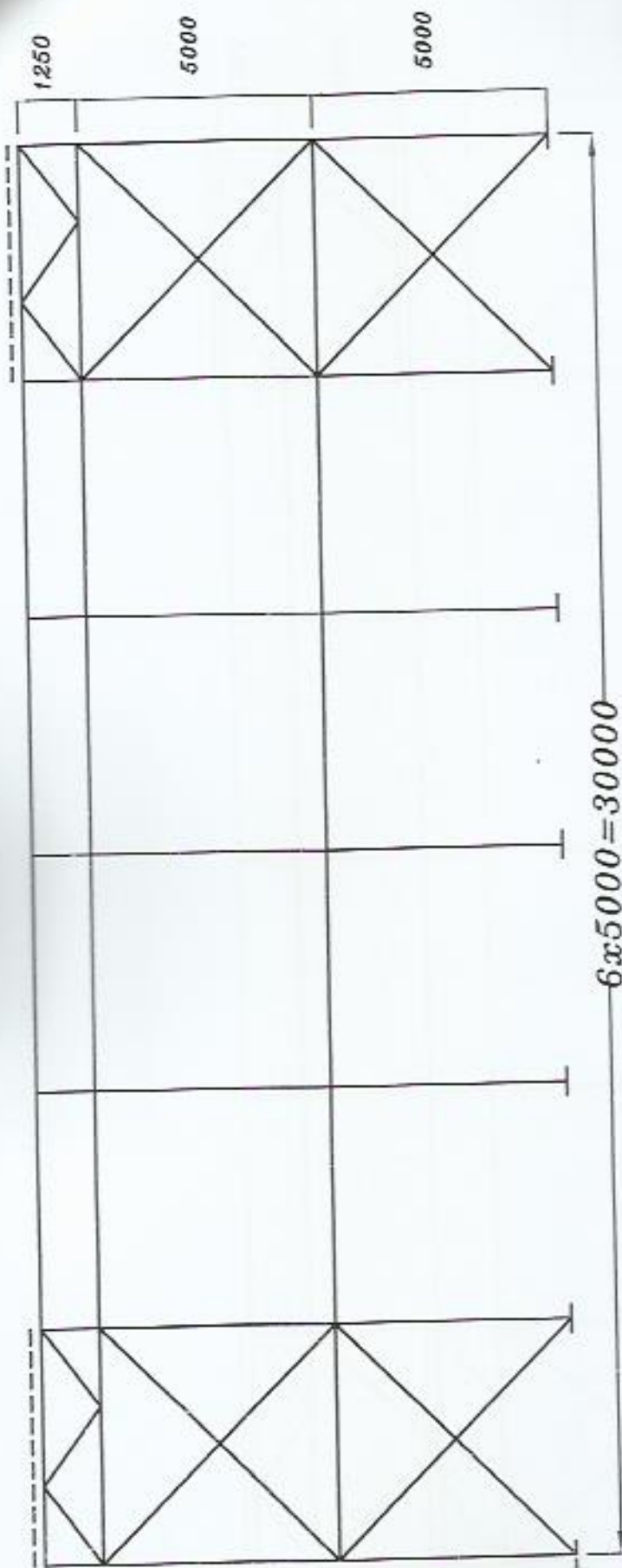
PLAN



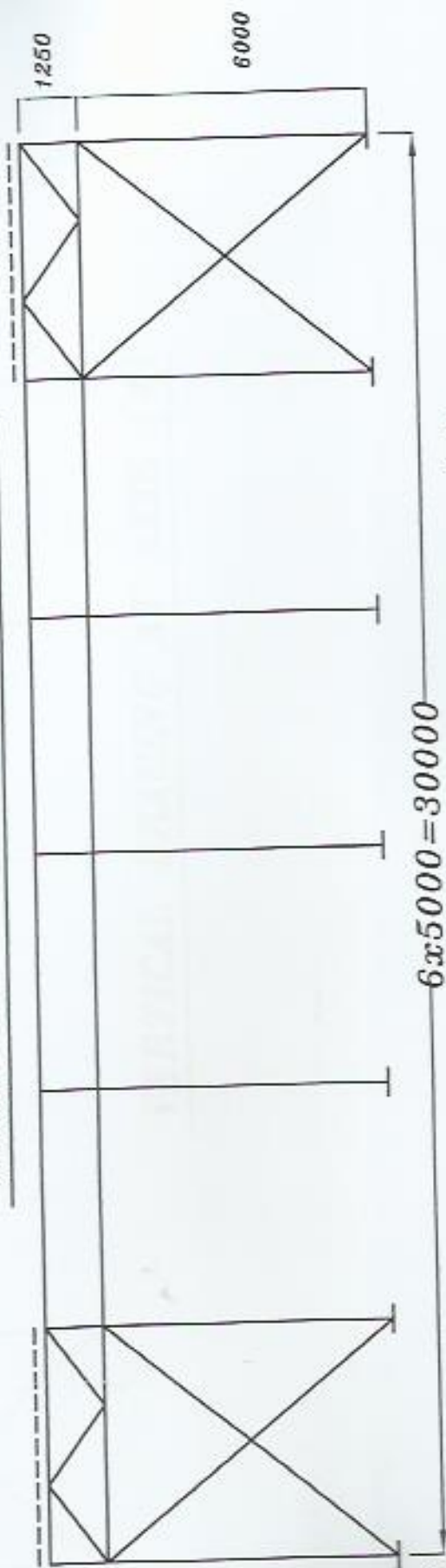
MAIN SYSTEM AT AXES FROM (B) TO (F)



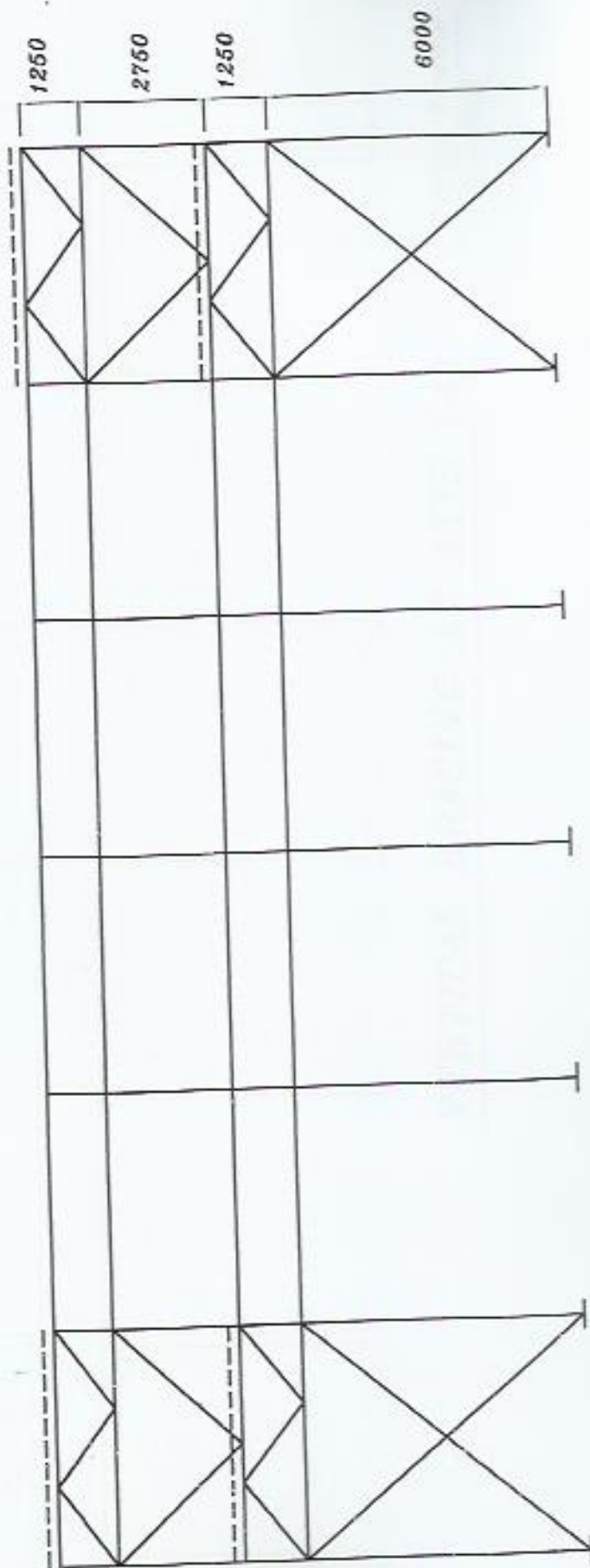
END CABLE AT AXES (A) & (C)



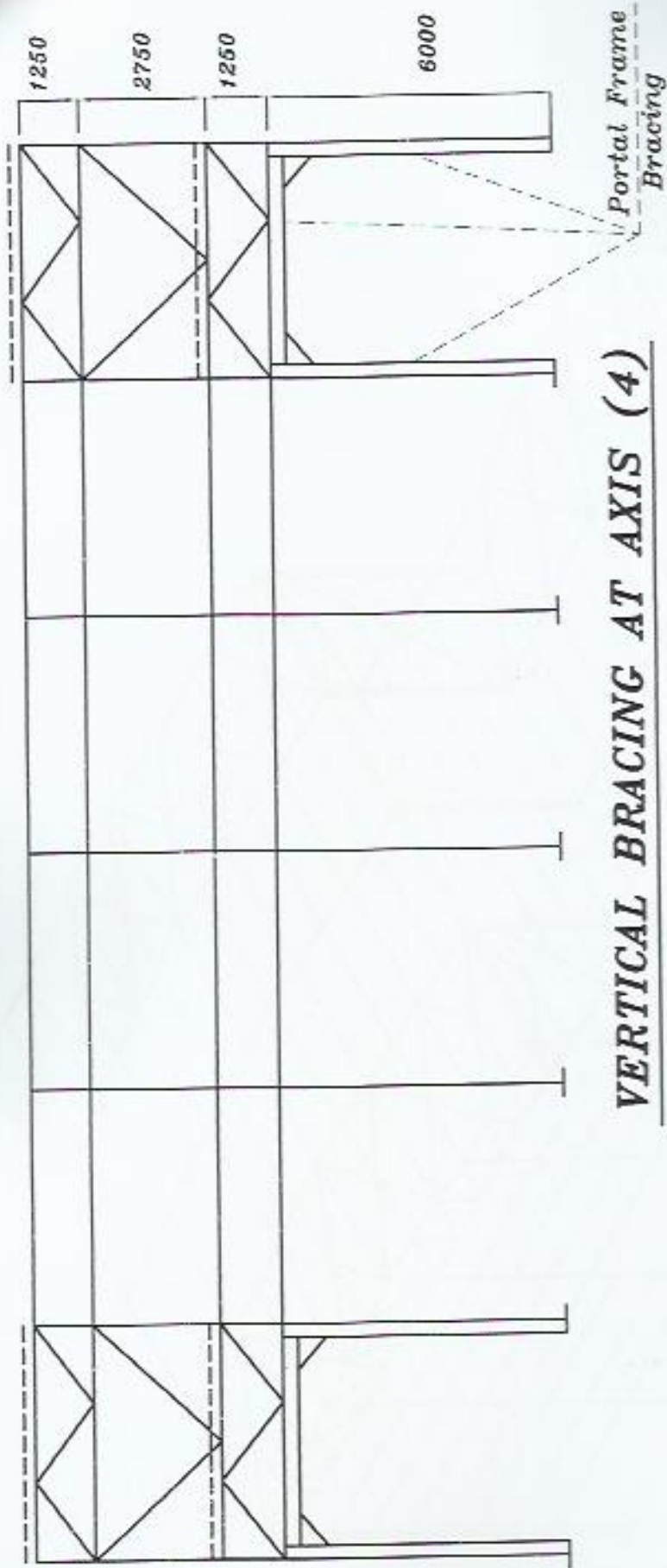
VERTICAL BRACING AT AXIS (1)



VERTICAL BRACING AT AXIS (7)

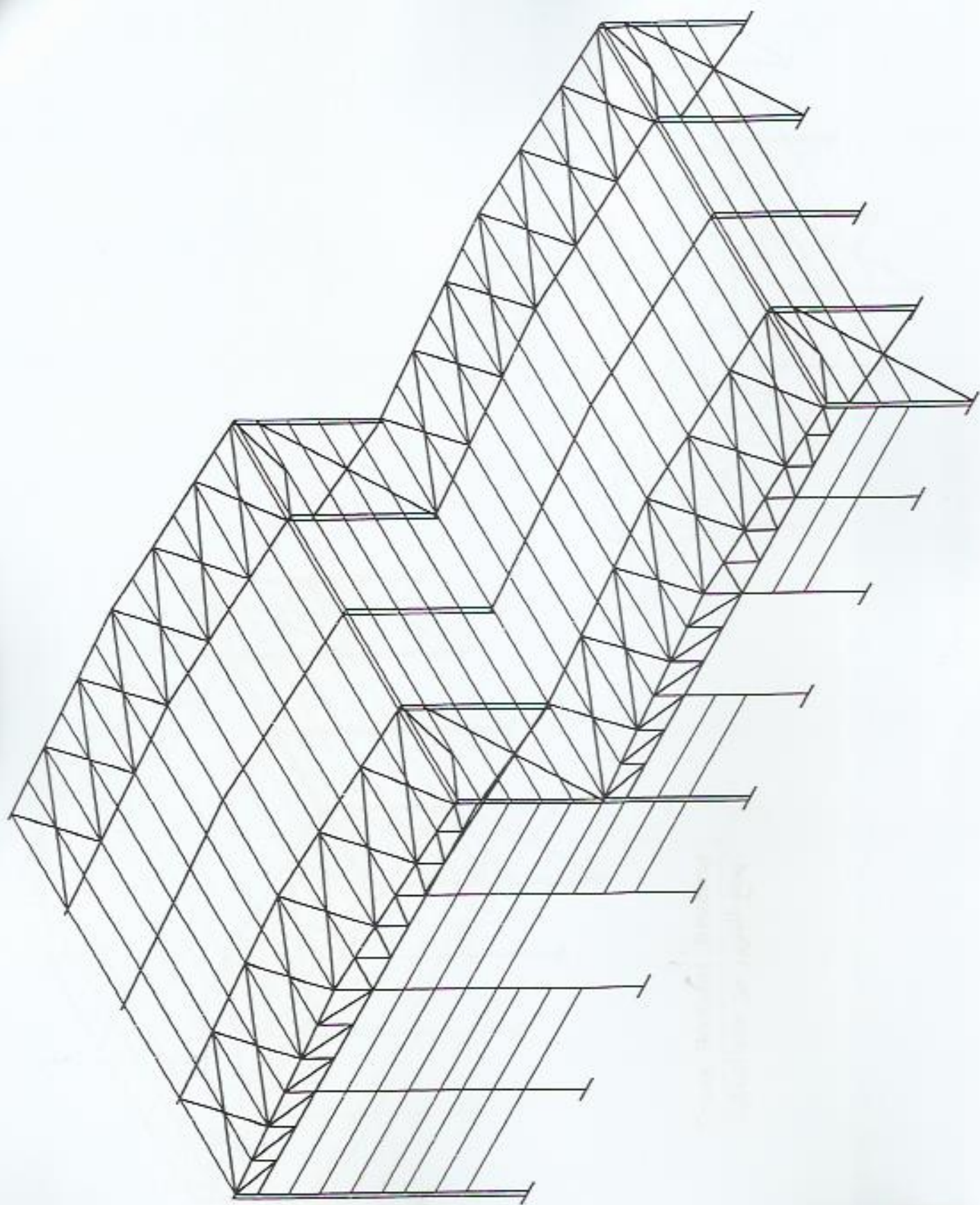


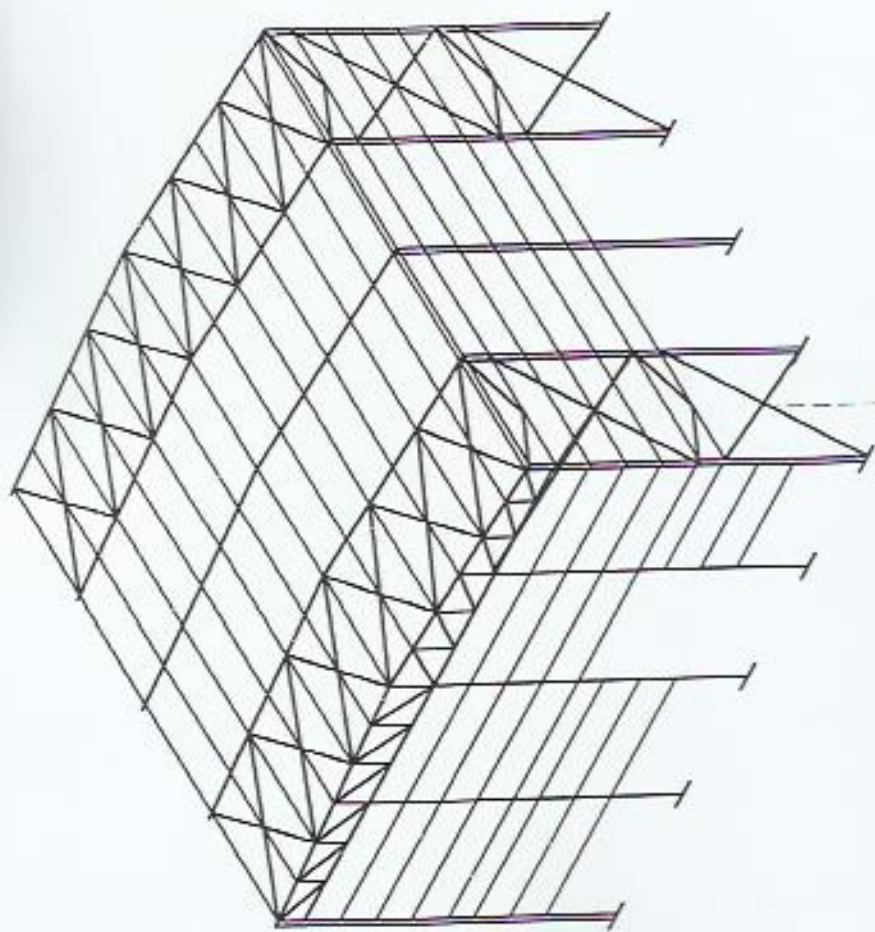
VERTICAL BRACING AT AXIS (4)



VERTICAL BRACING AT AXIS (4)

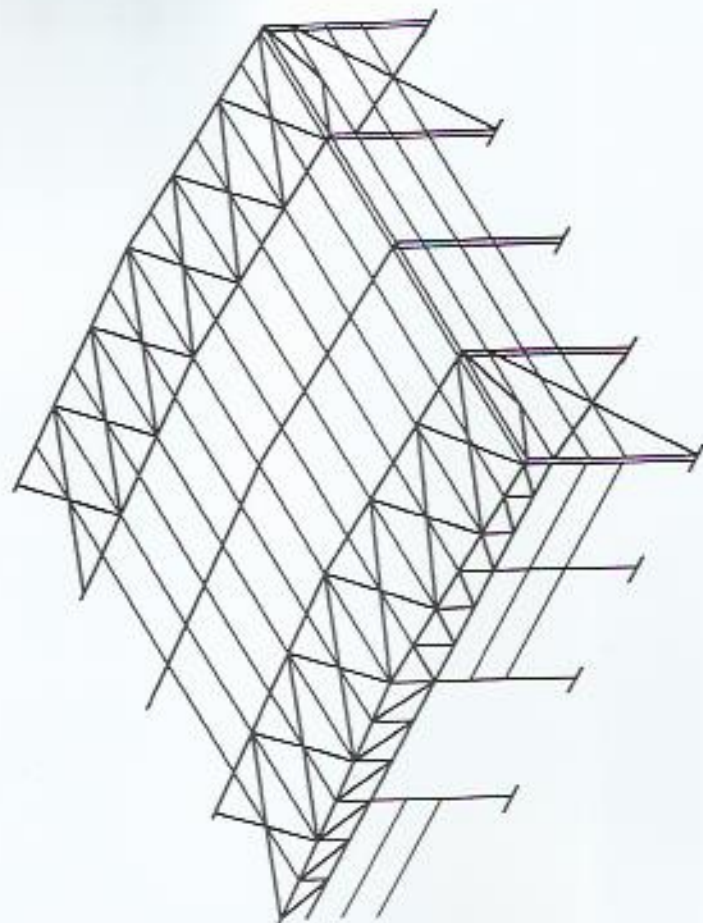
من الممكن أن يكون ال *Vertical Bracing* عند 4 Axis الموجود في منتصف المصنع عبارة عن *Portal Frame Bracing* وهذا معناه عمل *Frame* مكون من كمره متصلة بأعمدة ال *Trusses* و بذلك تنتقل احمال الرياح الى الارض عن طريق ال *Framing action* بين المرة و العמודين و بذلك نتمكن من ترك مساحة كبيرة فارغة في منتصف المصنع بين الجزئين المختلفين في الارتفاع بدلا من عمل ال *Cross vertical bracing* مما يمنع المرور من هذه الباكية كما في الحل السابق

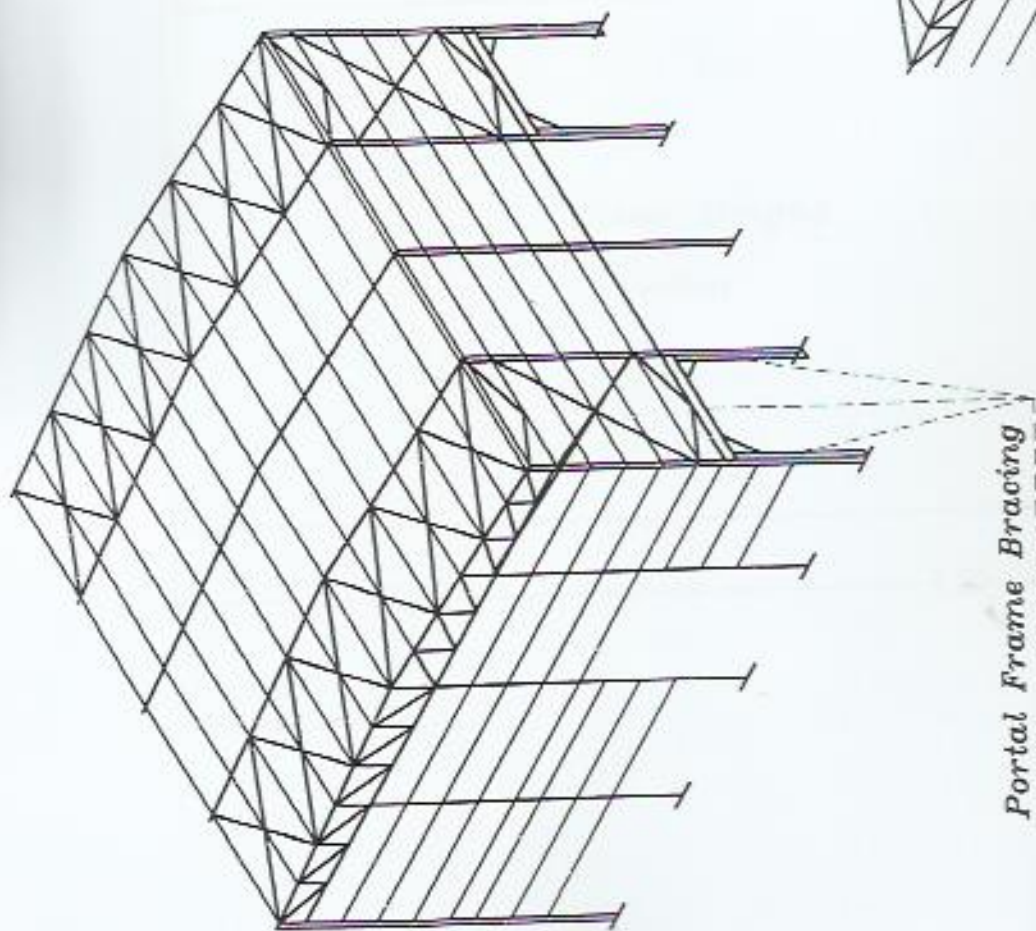




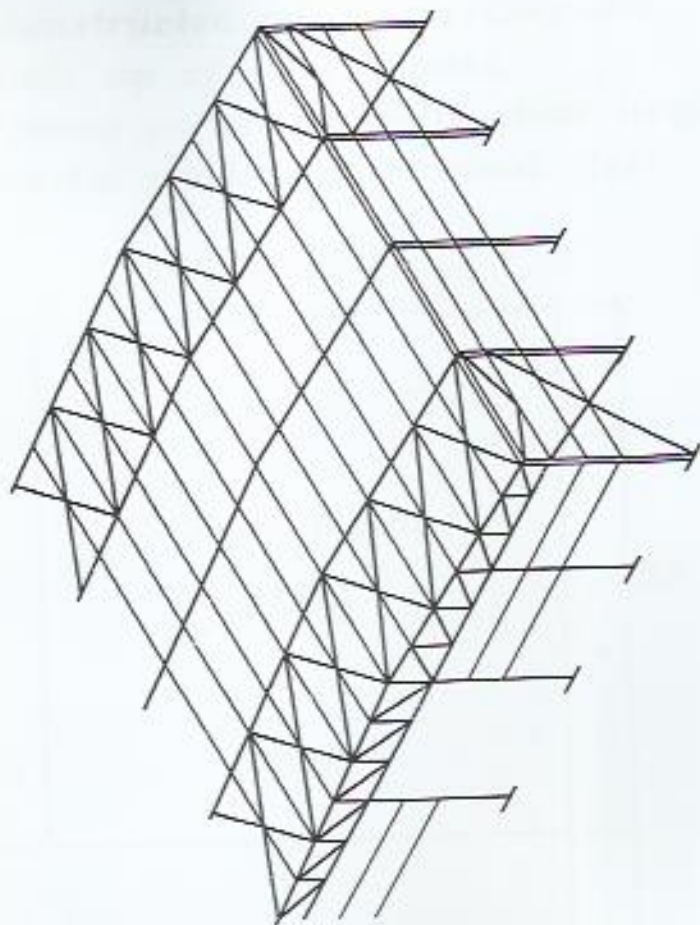
Cross Vertical Bracing

يمنع المرور من هذه الباكية



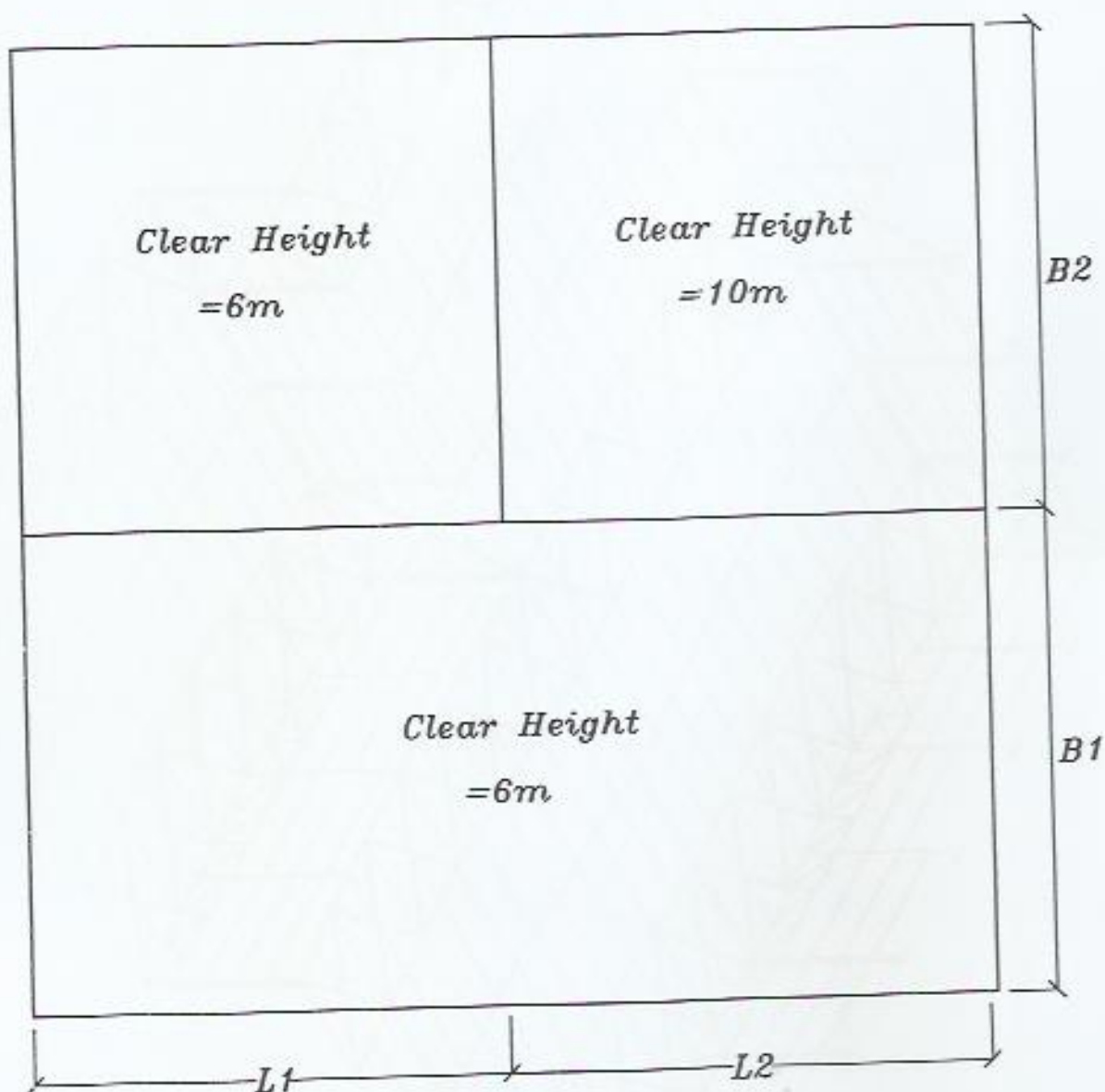


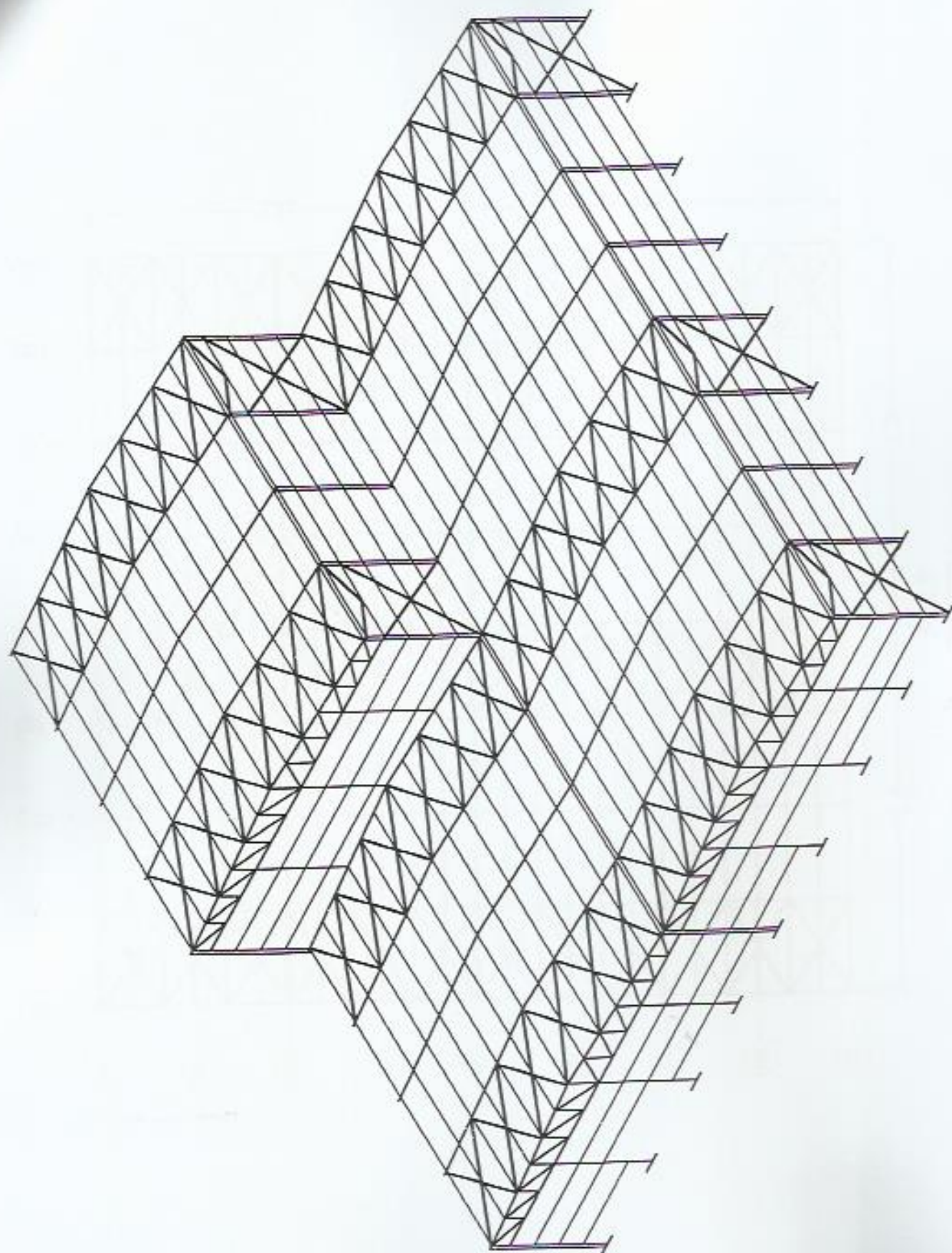
Portal Frame Bracing
يسمح بالمرونة من هذه الباكية

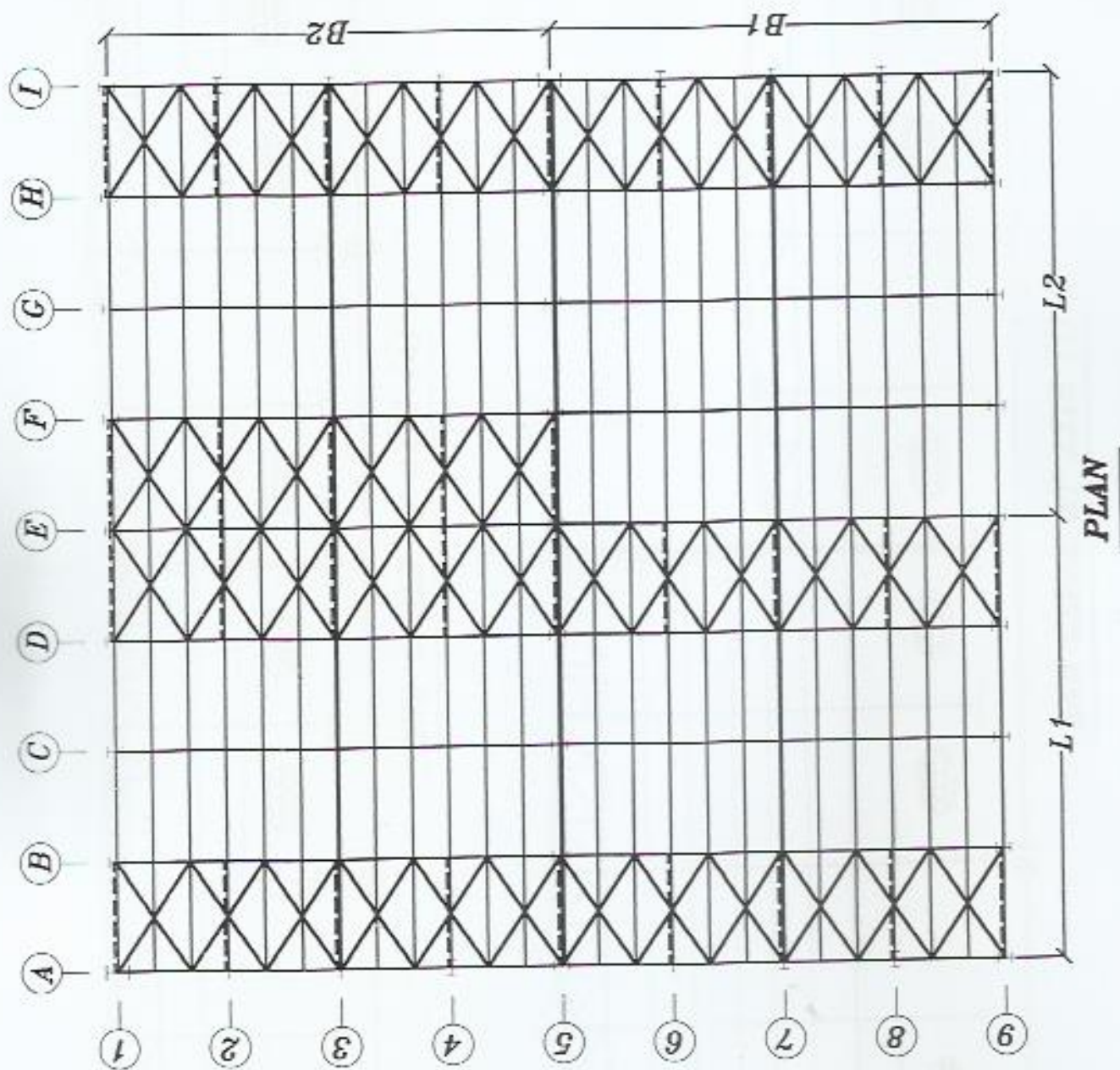


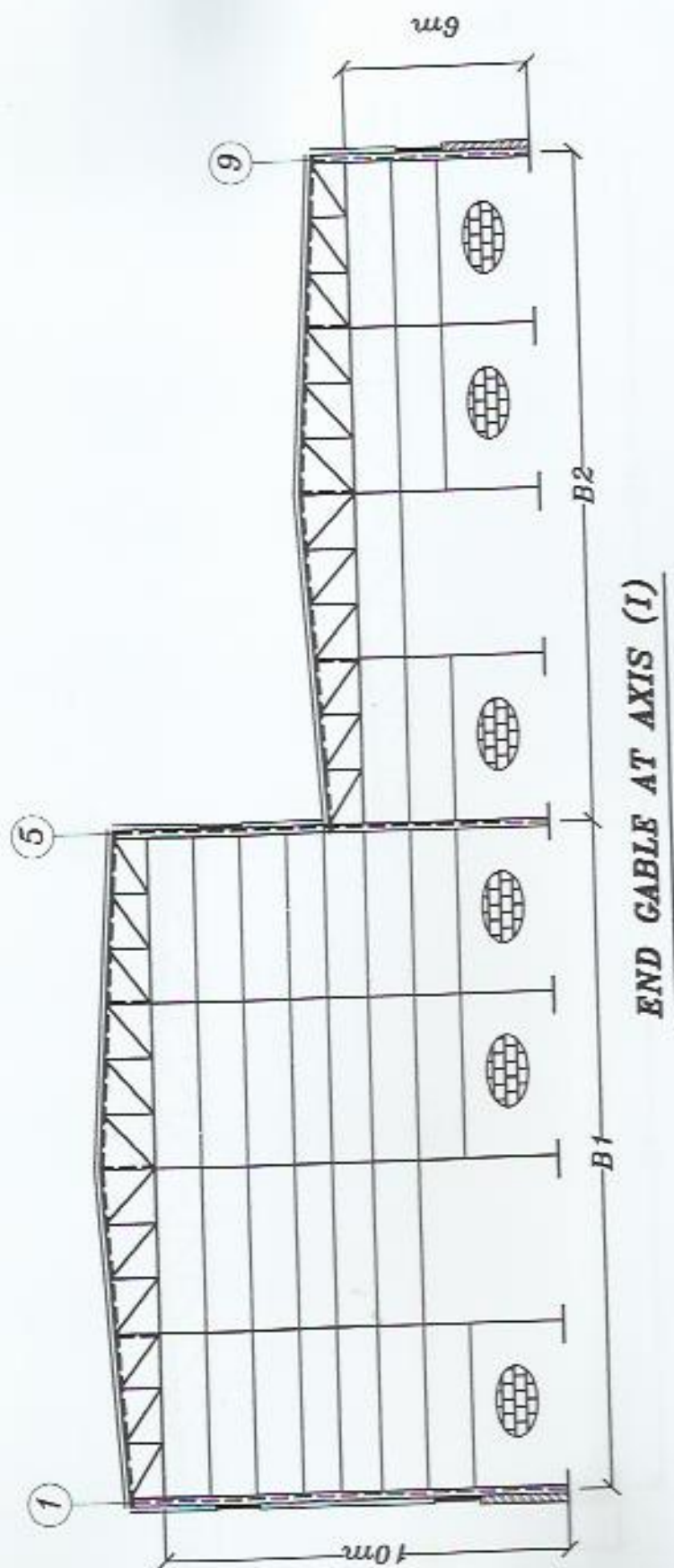
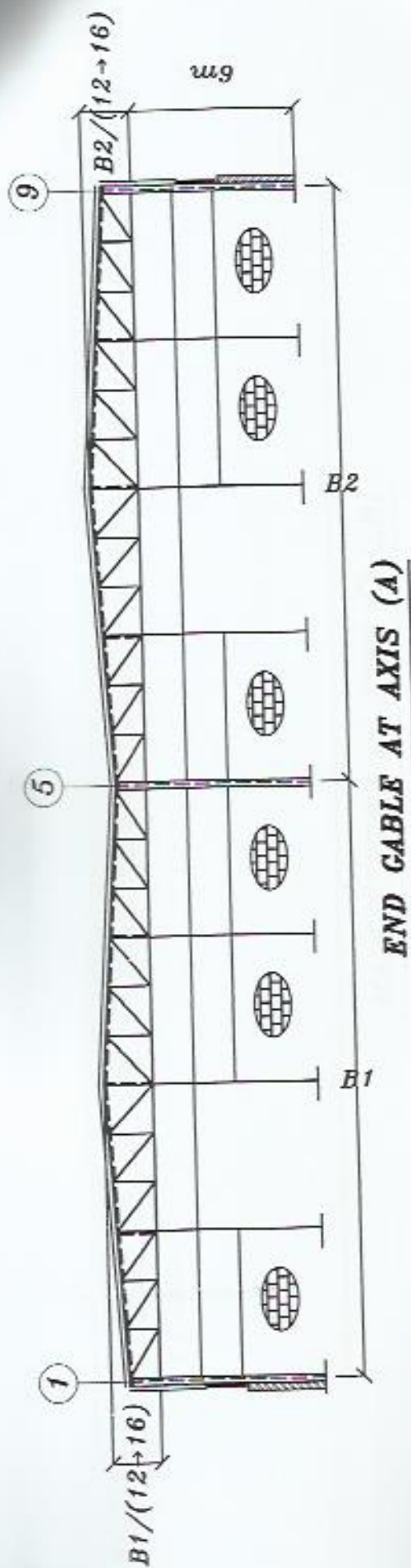
Example

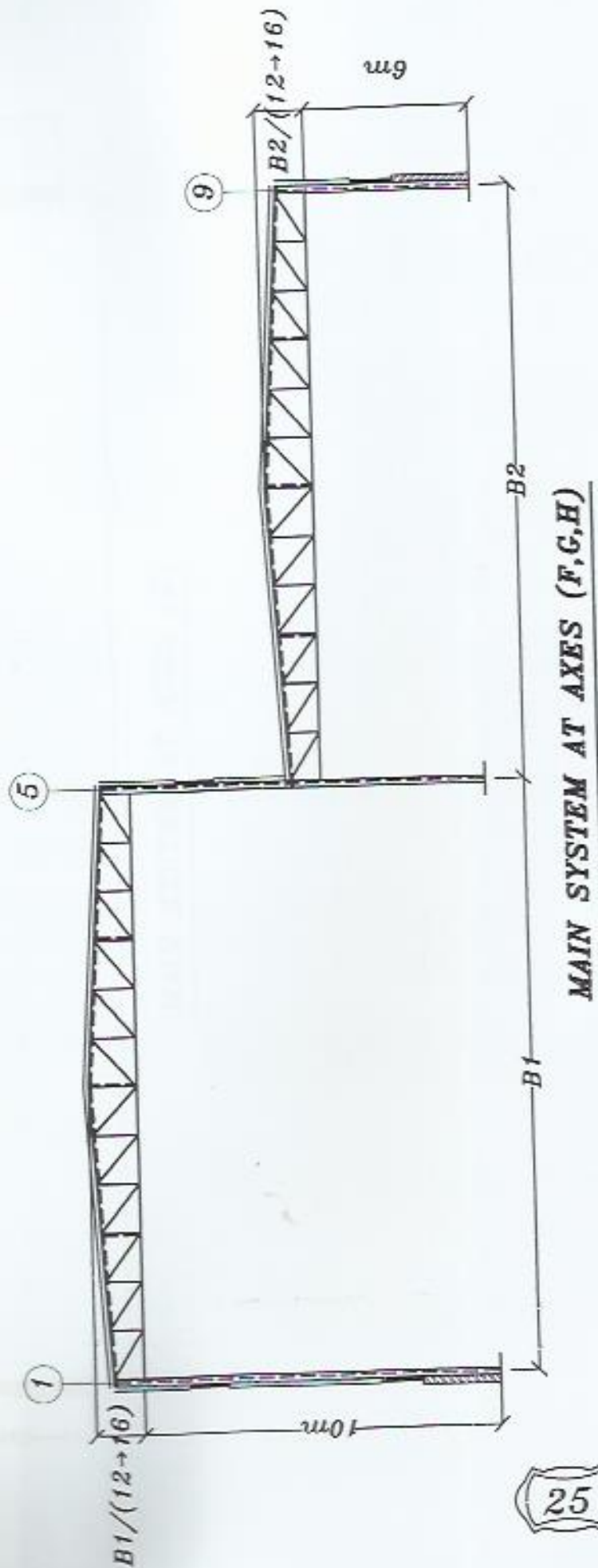
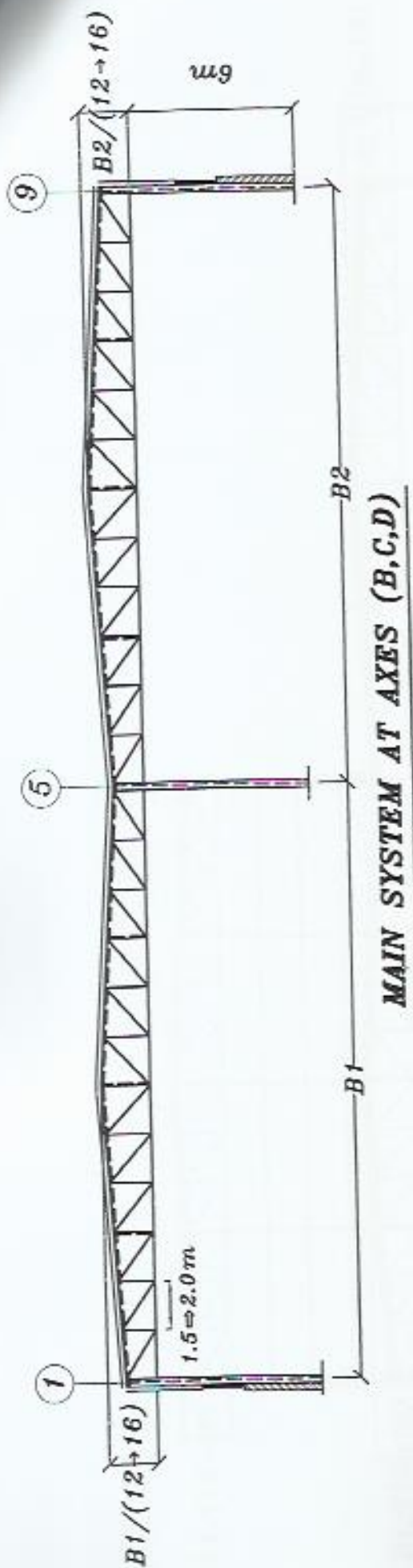
A factory building is to be constructed over a rectangular area, the main system is made up of steel trusses. Steel columns are provided along perimeter only, clear height is variable, the covering material used is galvanized steel sheets.

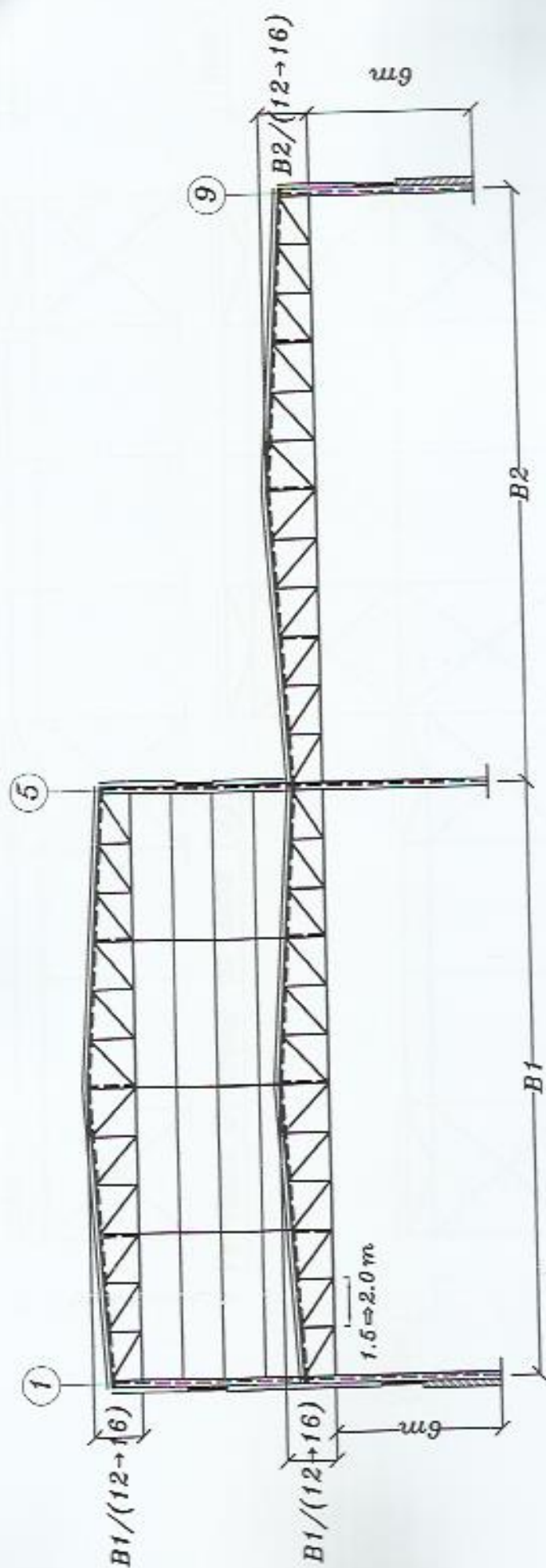


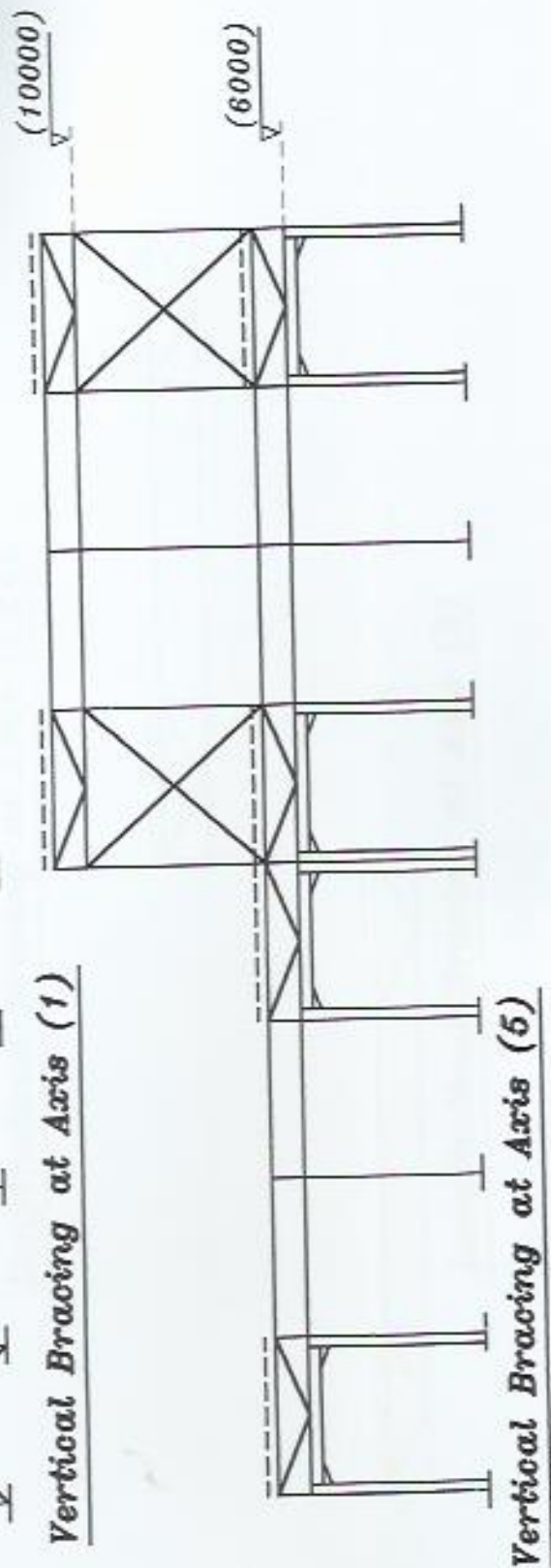
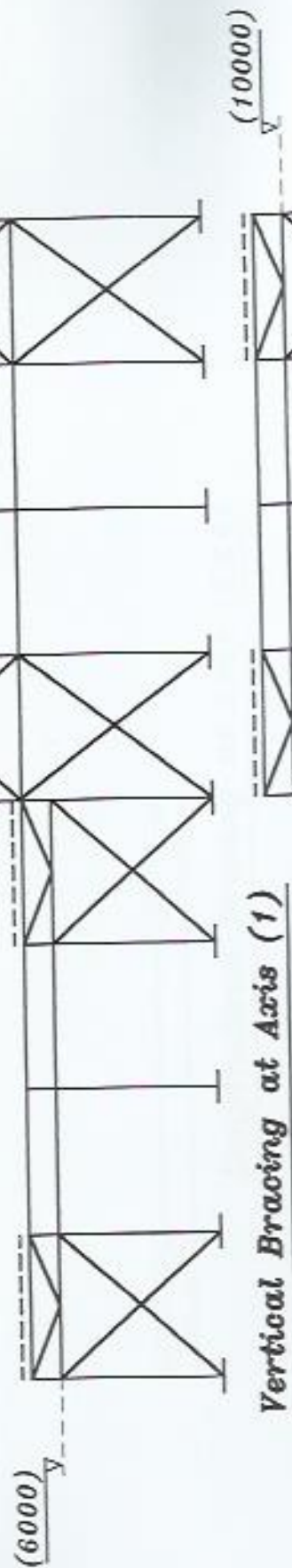
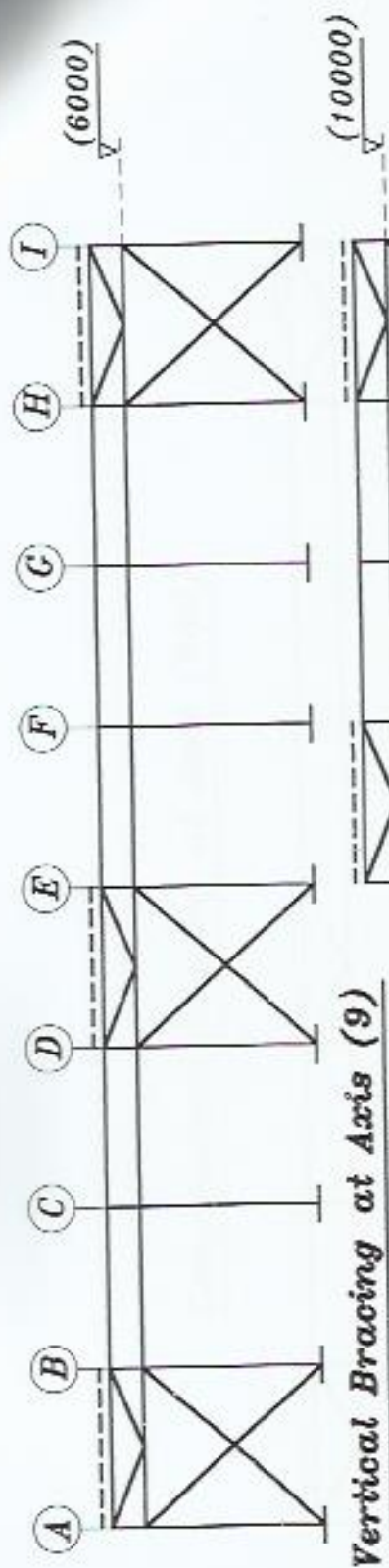


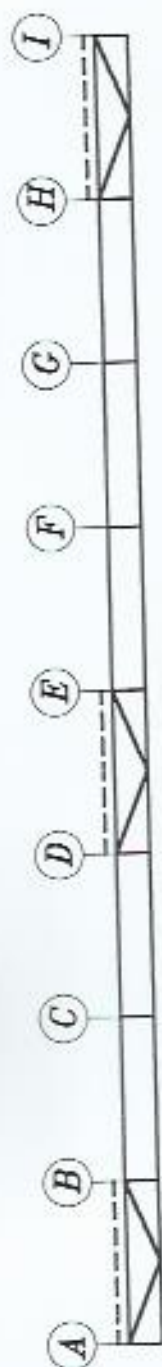








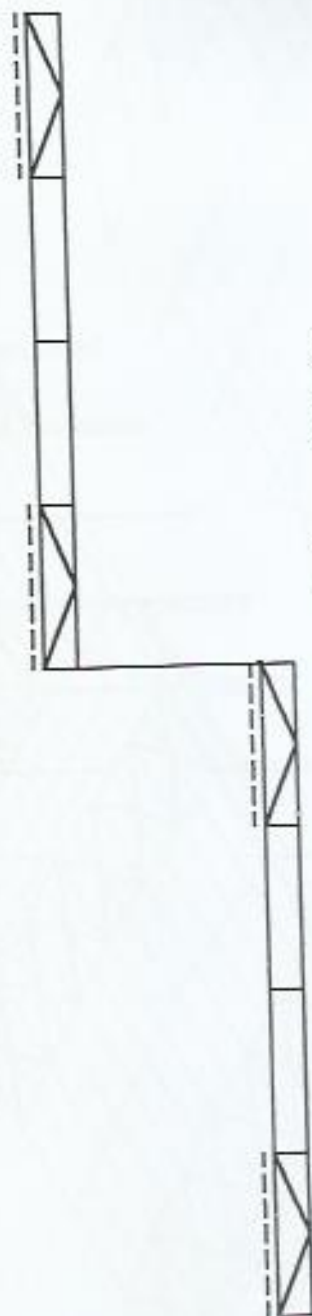




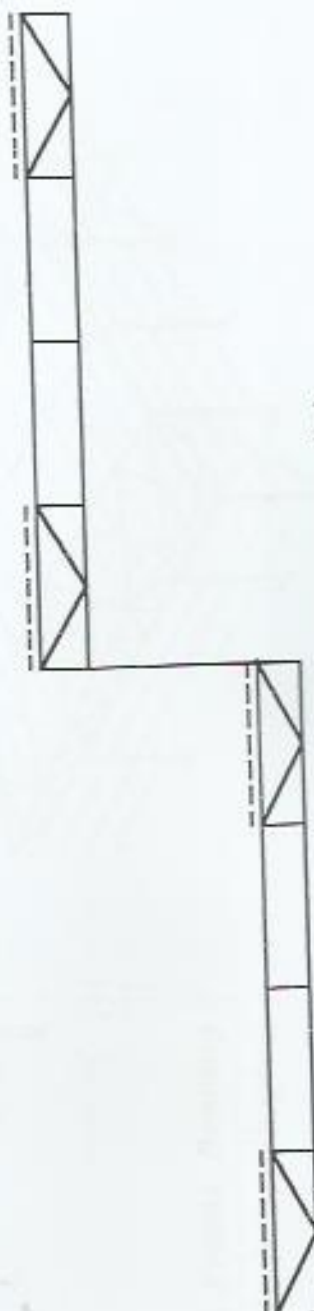
Longitudinal Bracing at Axes (6&8)



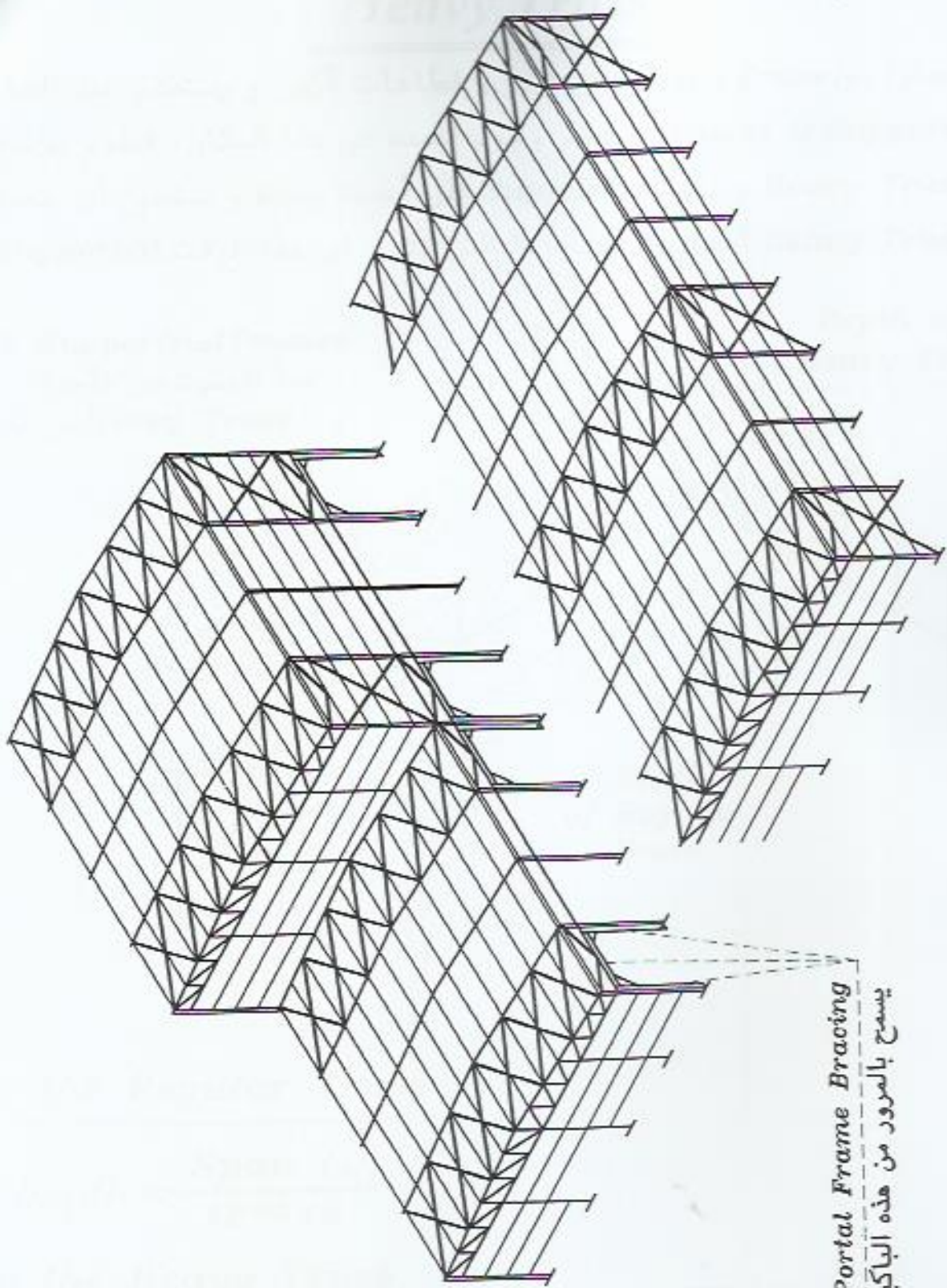
Longitudinal Bracing at Axis (7)



Longitudinal Bracing at Axes (2&4)



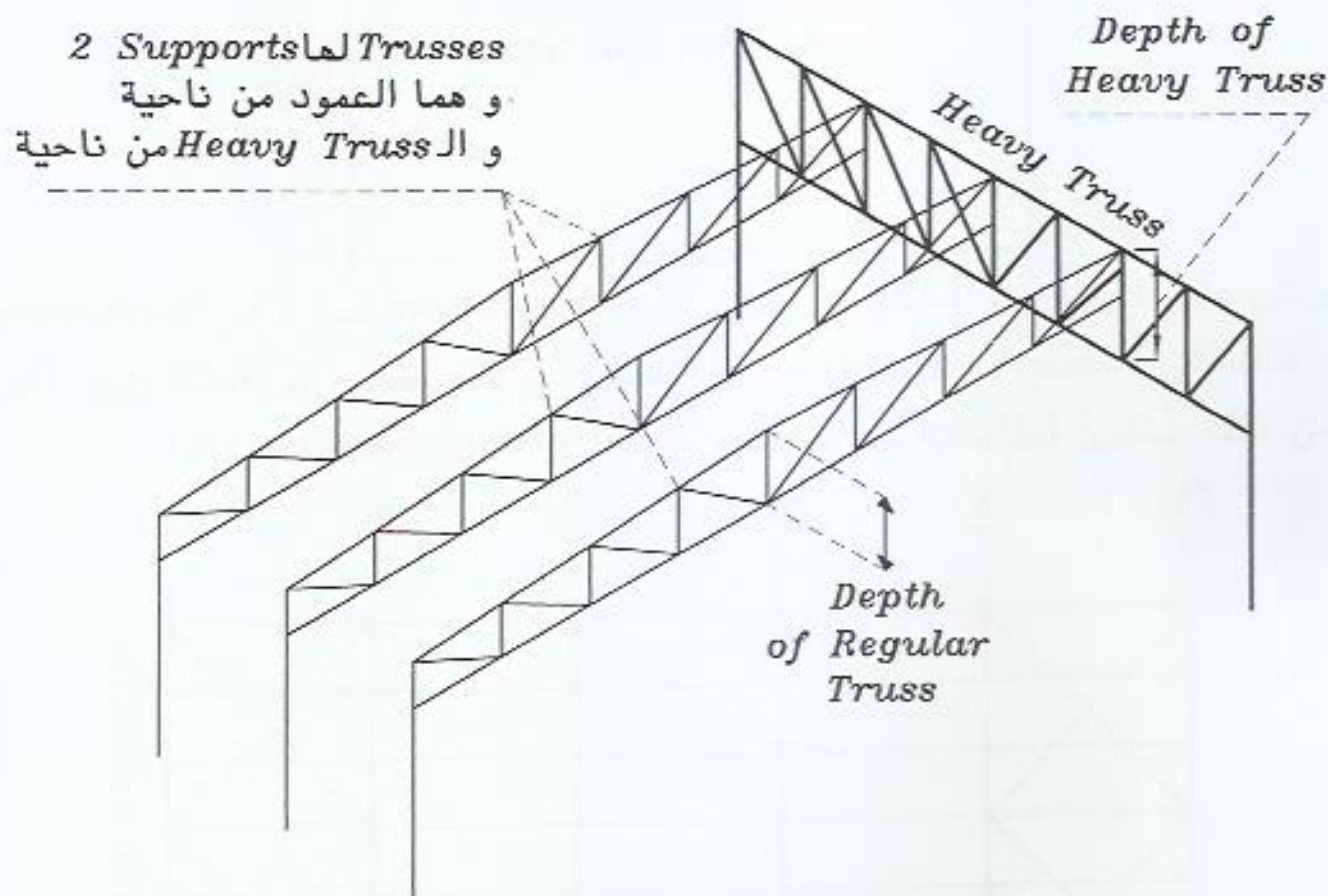
Longitudinal Bracing at Axis (3)



يسمح بالمرور من هذه الباكية
Portal Frame Bracing

Heavy Truss

هو عبارة عن Truss و لكن بعمق أكبر و مقاطعات أكبر و يستخدم عند الحاجة الى Support لل Trusses و عدم وجود أعمدة في هذا المكان . فنقوم بوضع ال Heavy Truss و يكون Supported على أعمدة بعيدة و يستطيع أن يتحمل ال Heavy Truss أحمال ال Trusses التي تكون في هذا الوقت Supported عليه .



For the Regular Truss

$$H = \text{Depth} = \frac{\text{Span } (L)}{12 \Rightarrow 16}$$

For the Heavy Truss

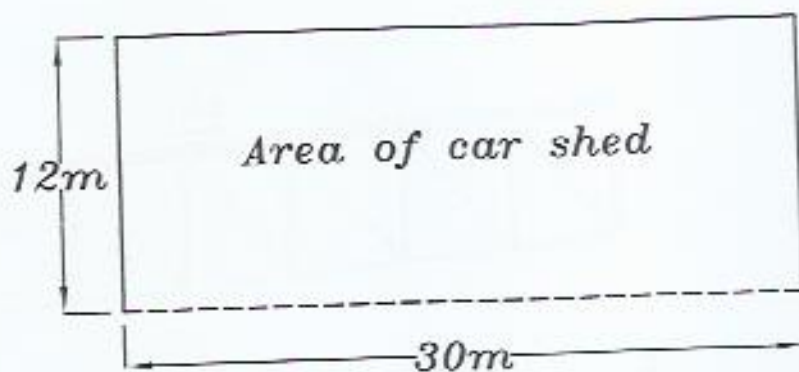
$$H = \text{Depth} = \frac{\text{Span } (L)}{10 \Rightarrow 12}$$

4

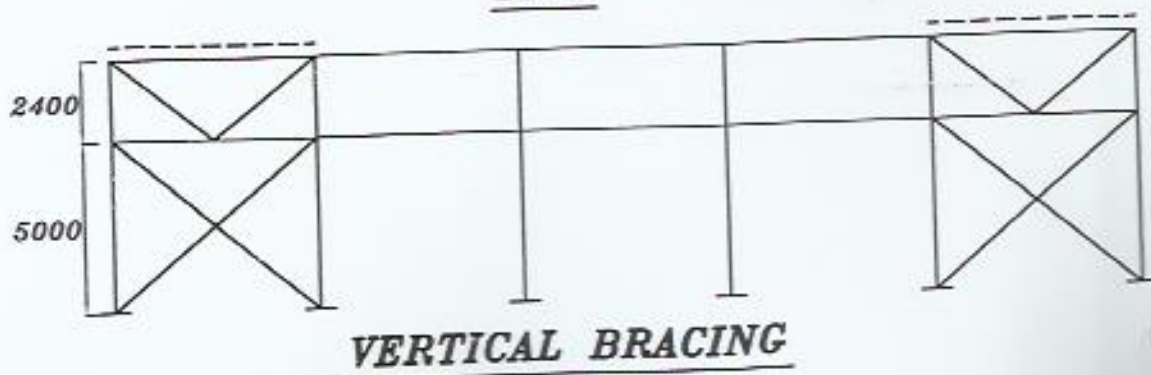
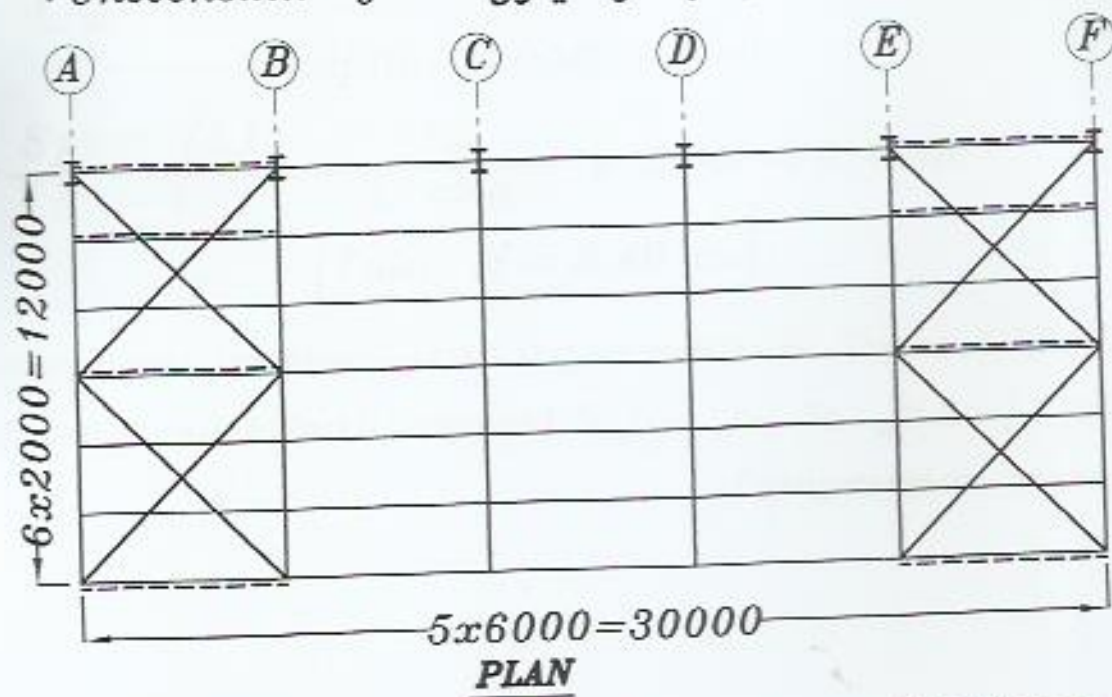
Cantilever in the direction of trusses

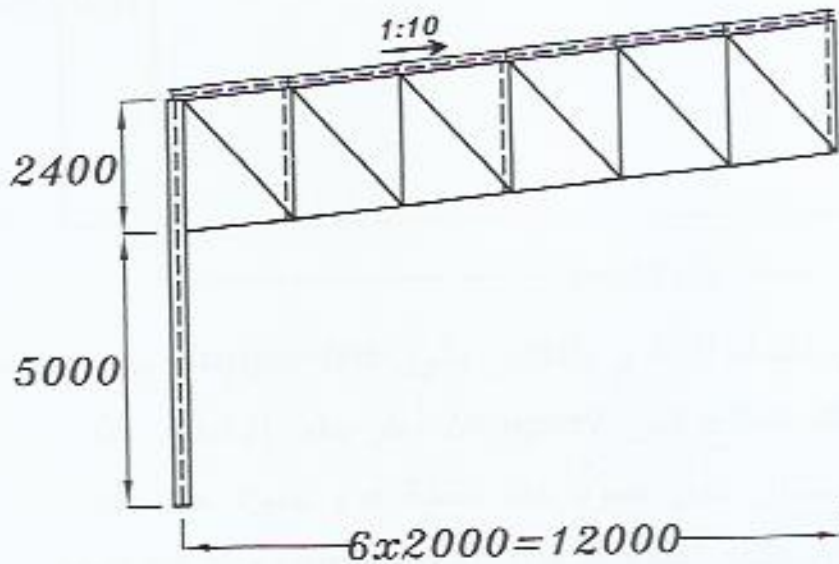
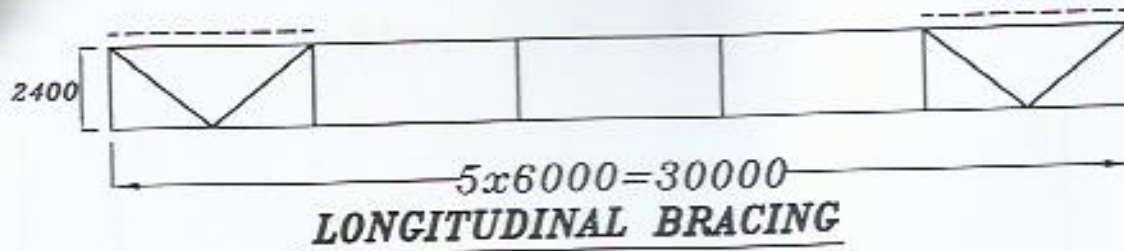
فى حالة وجود أحد أضلاع الأرض غير مسموح بوضع أعمده به نجد نفسنا أمام حالة من حالتين وهما :

Case A For $L < 12m$



و فى هذه الحالة من الممكن أن يكون ال main system عبارة عن cantilever وذلك لان ال cantilever Truss من الممكن أن يصل طوله الى 12m ولكن أكثر من ذلك ستكون قطاعاته كبيرة جدا و سيكون Uneconomic system .





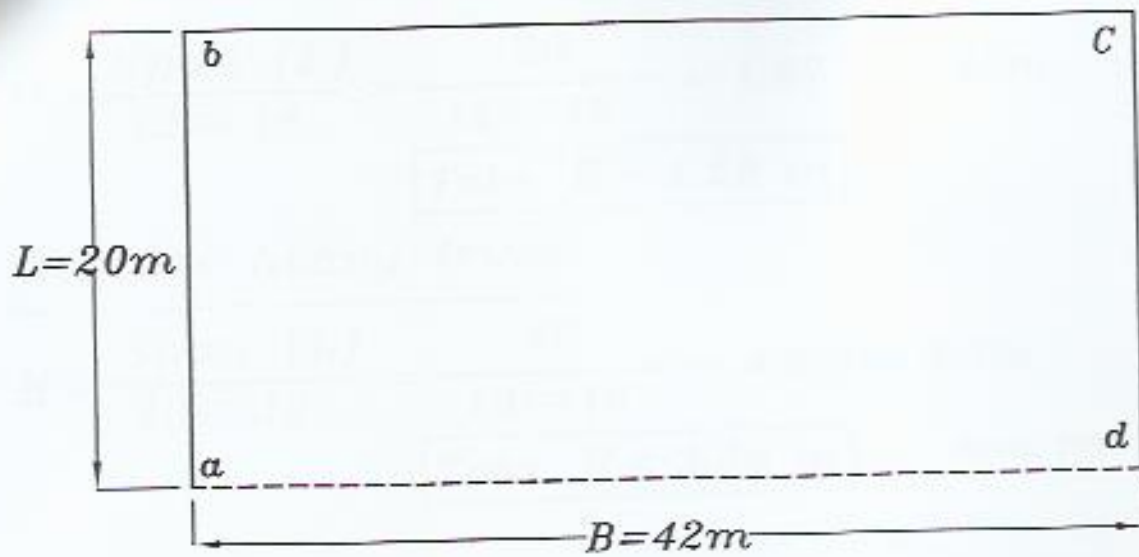
MAIN SYSTEM
Axis (A) to (F)

$$H = \frac{\text{Span (L)}}{5 \Rightarrow 6} = \frac{12}{5 \Rightarrow 6} = 2.00 \Rightarrow 2.40 \text{ m}$$

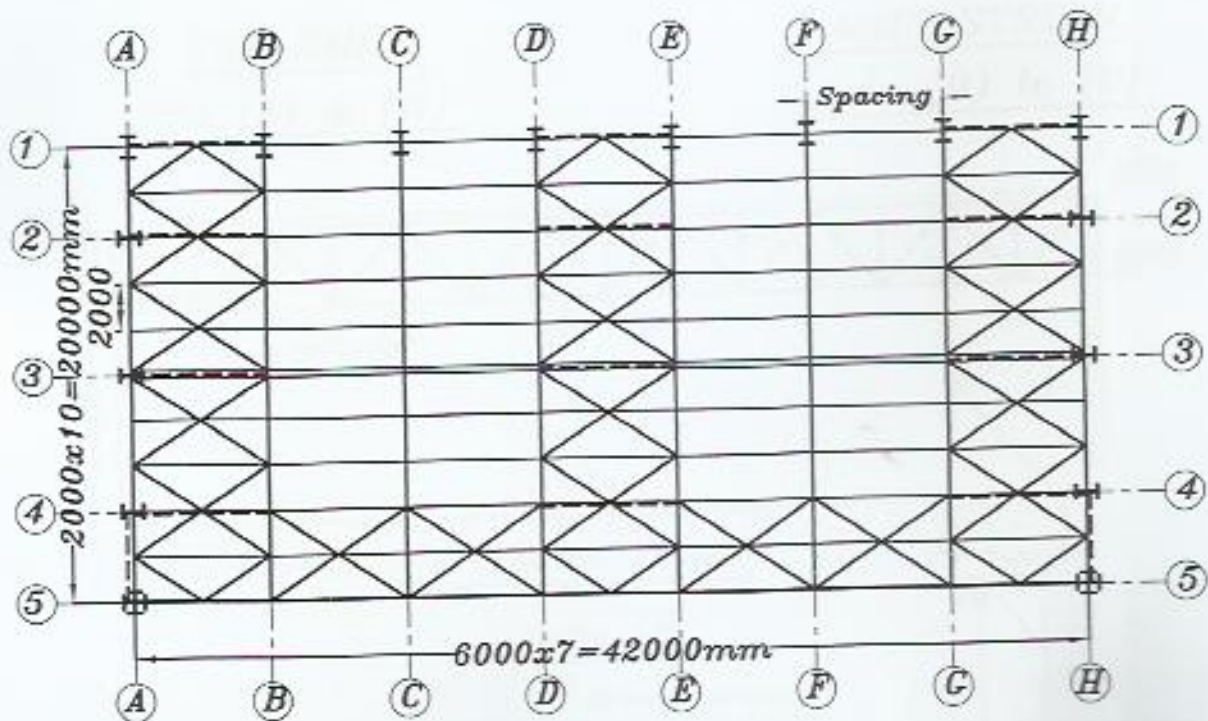
Take $H = 2.40 \text{ m}$

لابد في حالة ال cantilever Truss من استخدام Longitudinal bracing
كل مسافة من $2a$ الى $3a$ حتى يعمل ك Support لل out of plane buckling
لل Compression members .

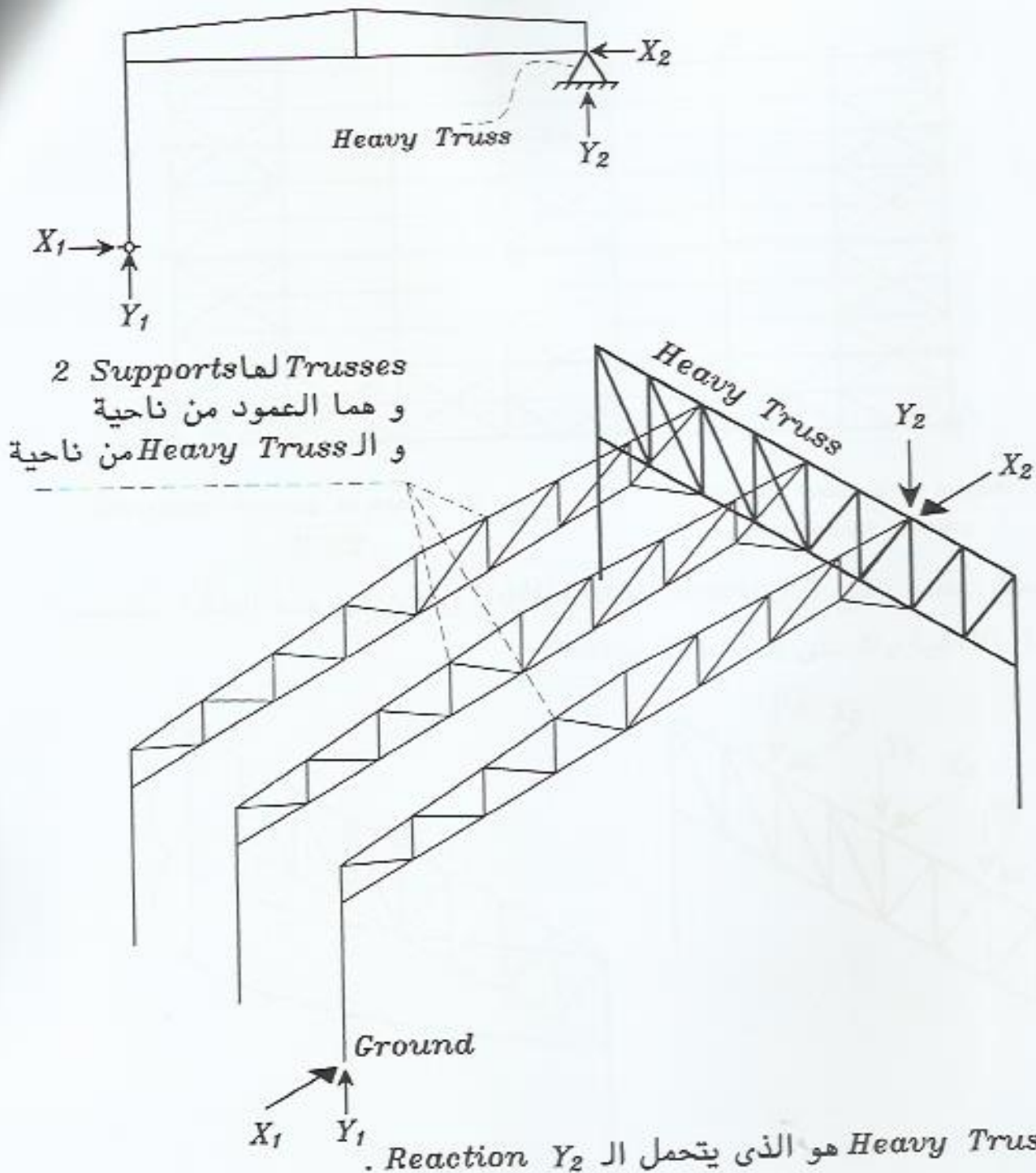
Case B For $L > 12m$



نختار ال main system فى اتجاه ال L و بالتالى يكون Supported على عمود موضوع على الخط bc و بذلك نحتاج الى Support آخر على الخط ad و لذلك نقوم بعمل Truss متشال على عمود عند نقطة a و عمود عند d و هذا ال Truss من الممكن أن نشيل عليه ال main systems و لذلك يسمى بـ Heavy Truss لان قطاعاته تكون كبيرة نسبيا .



و نلاحظ من المثال السابق ما يلى :



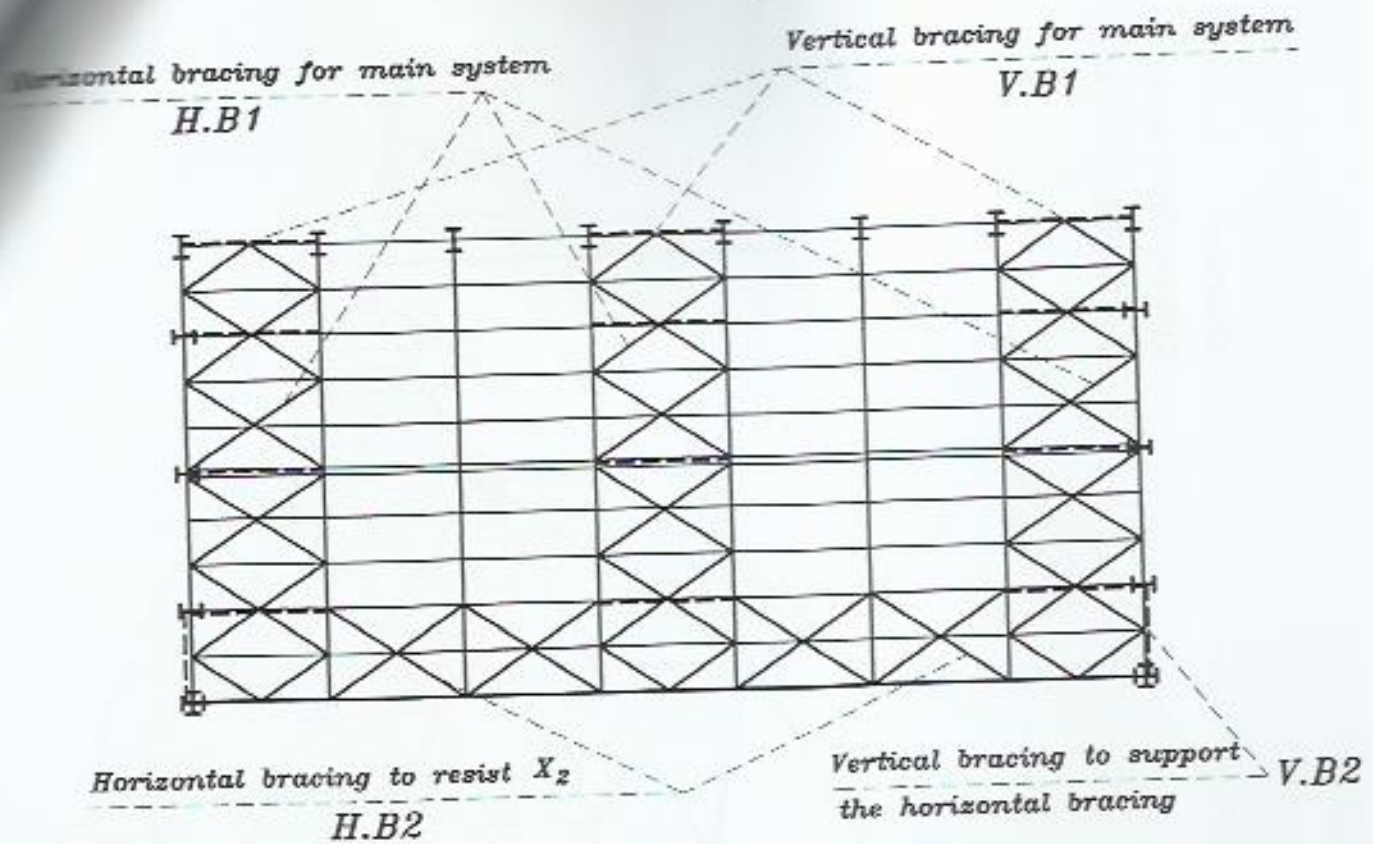
١- ال Heavy Truss هو الذى يتحمل ال Reaction Y_2 .

٢- ال Reaction X_2 يكون عمودى على ال Heavy Truss و بالتالى

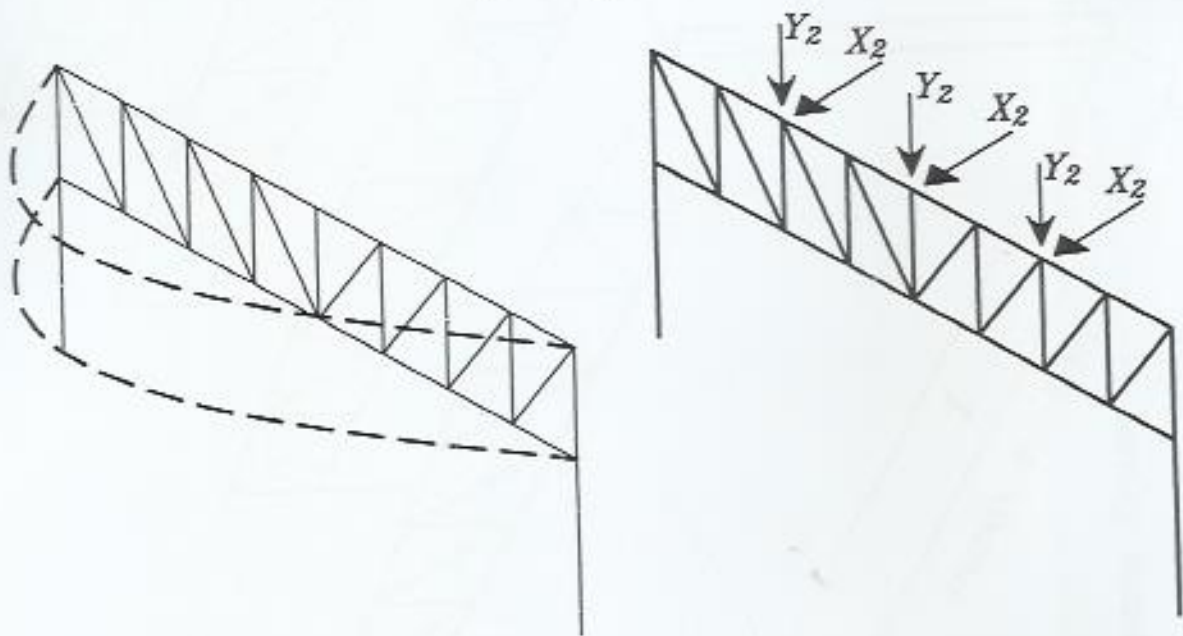
نقوم بوضع Horizontal bracing (H.B2) خلف ال Heavy Truss

ووظيفته مقاومة ال Reaction X_2 و نقله الى Vertical bracing (V.B2)

فى الاطراف أو الى ال main system الموجود فى الطرف .

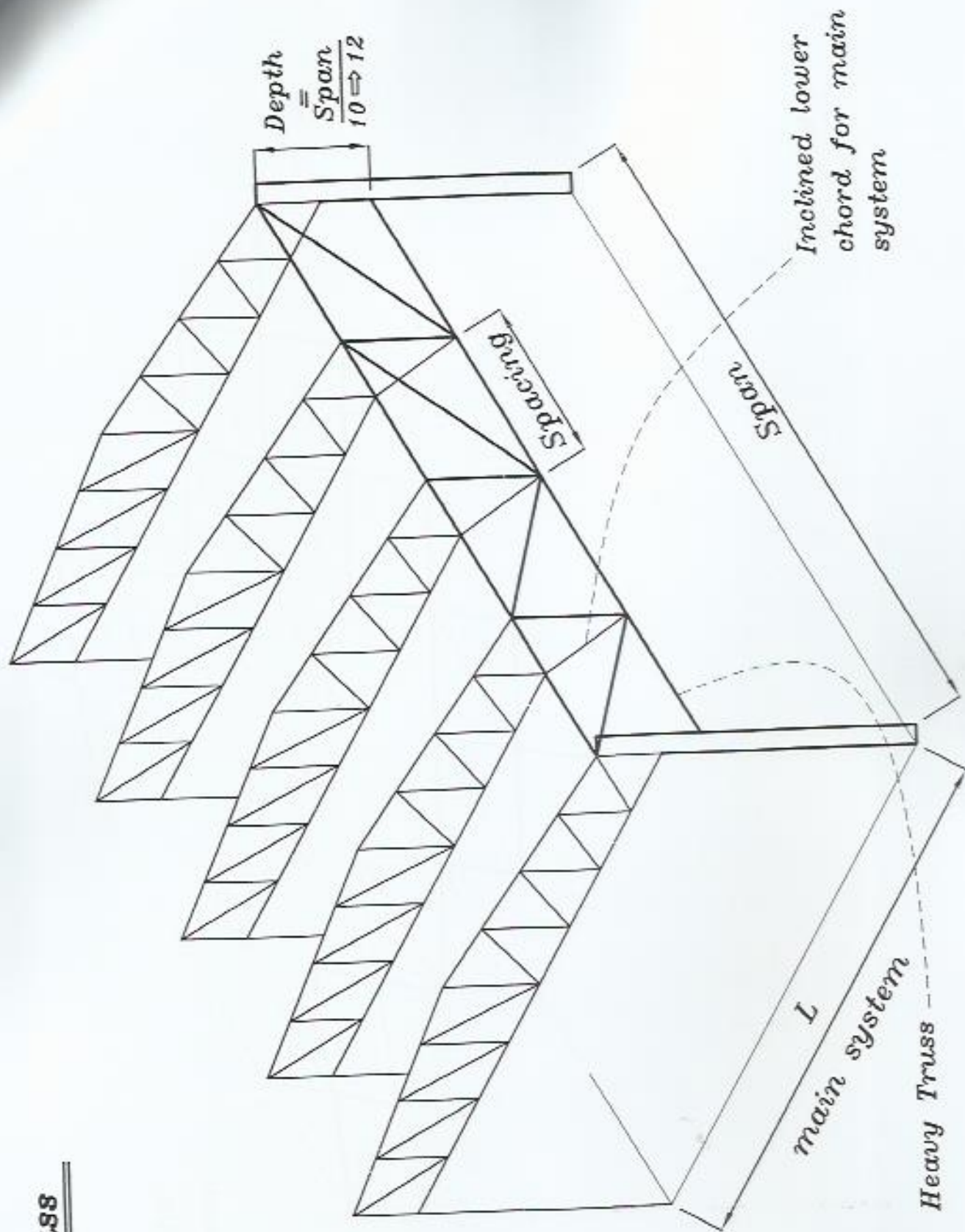


من الممكن عدم وضع ال *Horizontal bracing* و لكن فى هذه الحالة ستسبب الاحمال الافقية M_y على ال *Heavy Truss* .

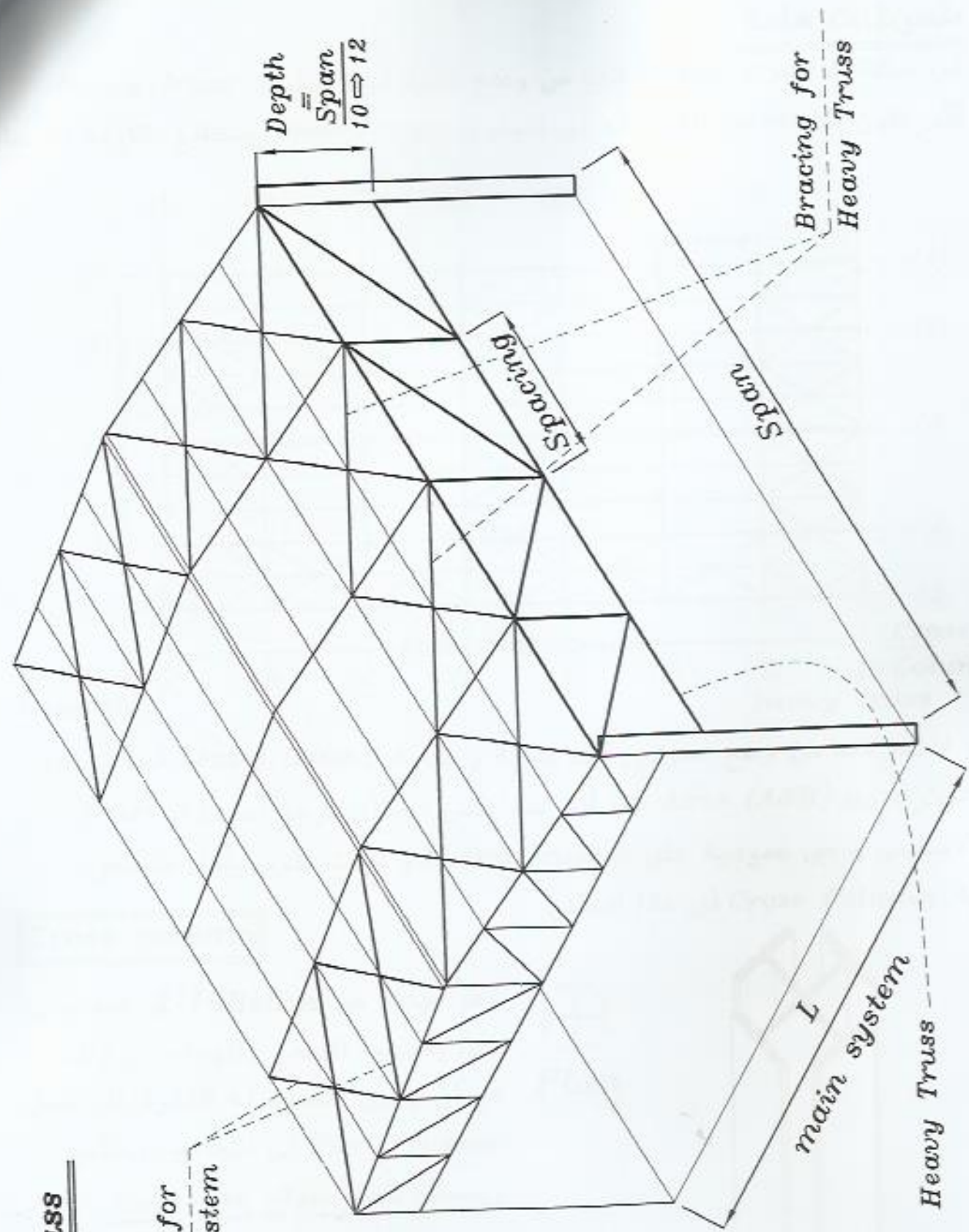


٣- ال $Reactions X_1 \& Y_1$ تنتقل مباشرة الى الارض .

Heavy Truss

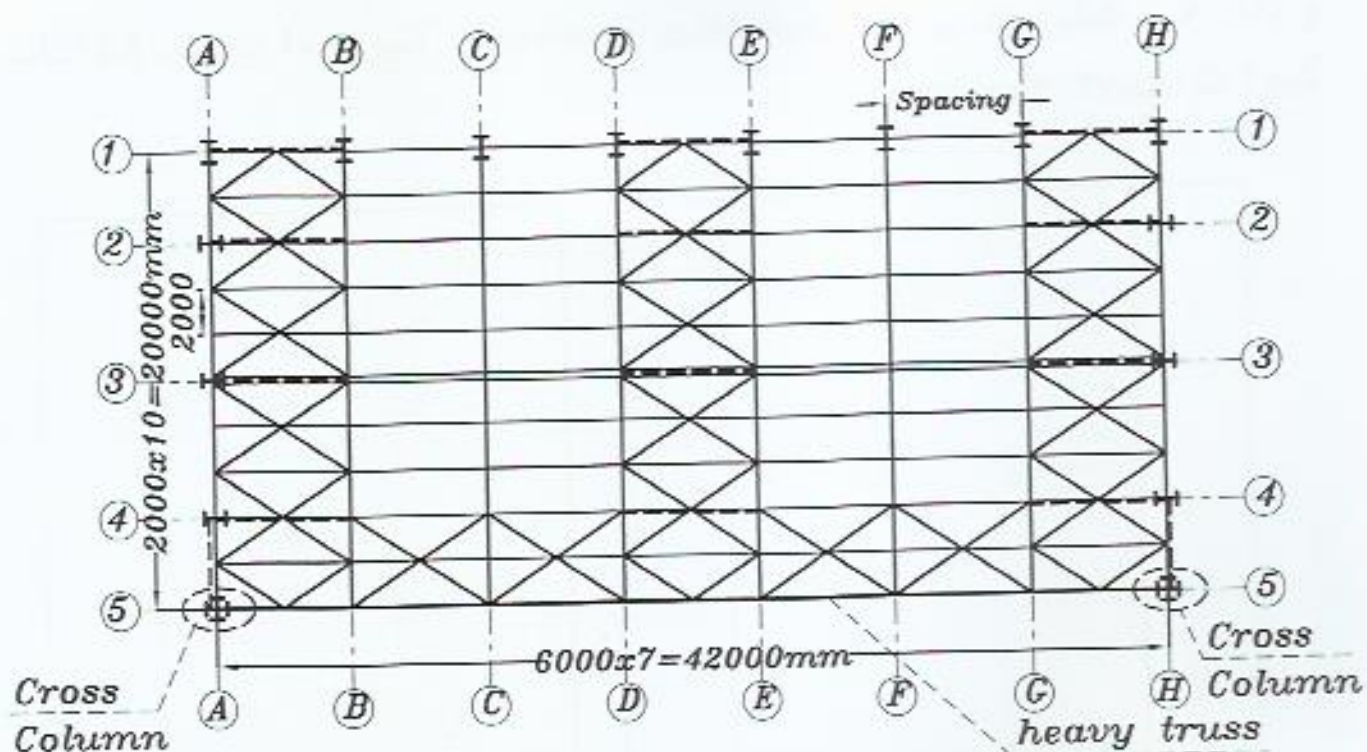


Heavy Truss



ملحوظات هامة

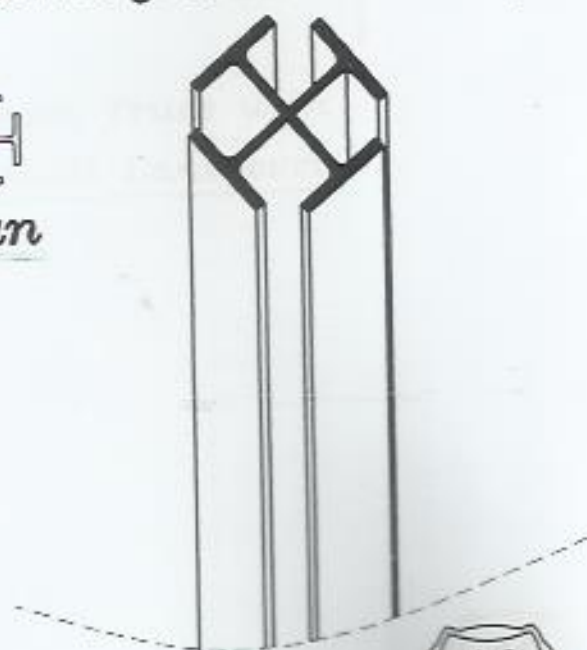
فى حالة ال *heavy truss* لابد من وضع عمود فى اتجاه ال *heavy truss* لئلى تكون ال *Inertia* القوية له فى اتجاه ال *heavy truss* ويستطيع مقاومة الاحمال



و لذلك لابد من وضع عمودين عند بداية و نهاية ال *heavy truss* فى اتجاهه و يكونا عند *Axes (A&H)* كما أنه عند نفس المكان توجد أعمدة ال *truss* الاساسى و هى عمودية على ال *heavy truss* و لذلك نقوم بعمل مايسمى بال *Cross Column* فى هذا المكان .

Cross column

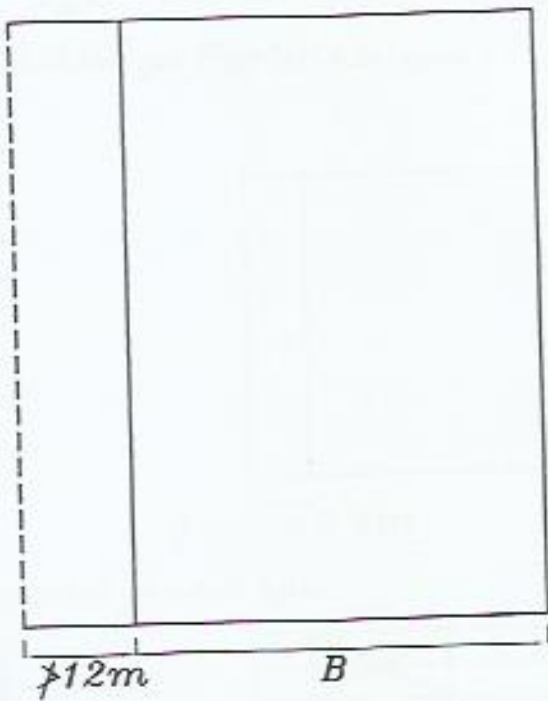
وهو عبارة عن *2 I-Beam* عموديان على بعضهما البعض والهدف من ذلك هو ان يكون العمود له القدرة على حمل *Two Trusses* فى اتجاهين مختلفين ويسمى بلغة الموقع عمود صليبيه



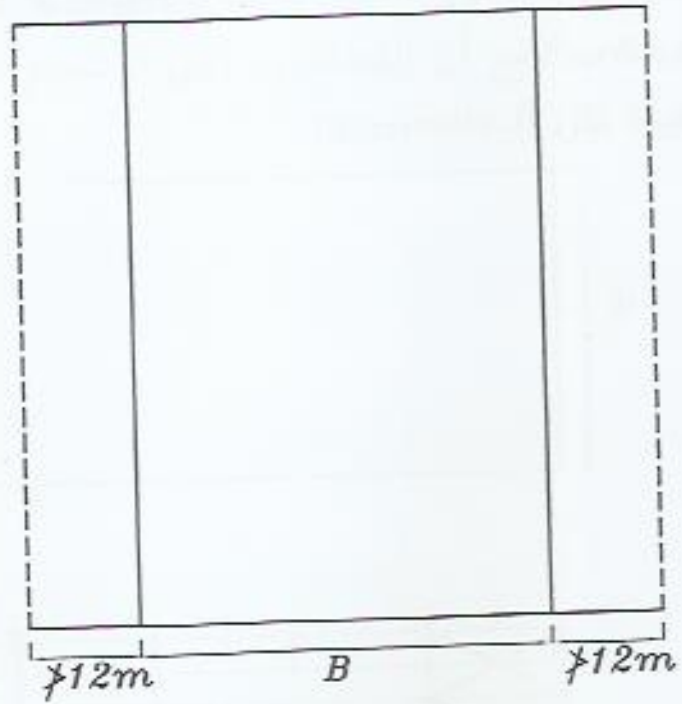
ملحوظات هامة

١- فى حالة وجود كابولى *Cantilever* فى اتجاه ال *Main System* يكون أقصى طول للكابولى (12m) .

و ذلك لان الطول الكبير يسبب *straining actions* كبيرة مما يتطلب مقاطعات كبيرة لـ *Cantilever Truss* .



Main Truss with
Cantilever



Main Truss with
double Cantilever

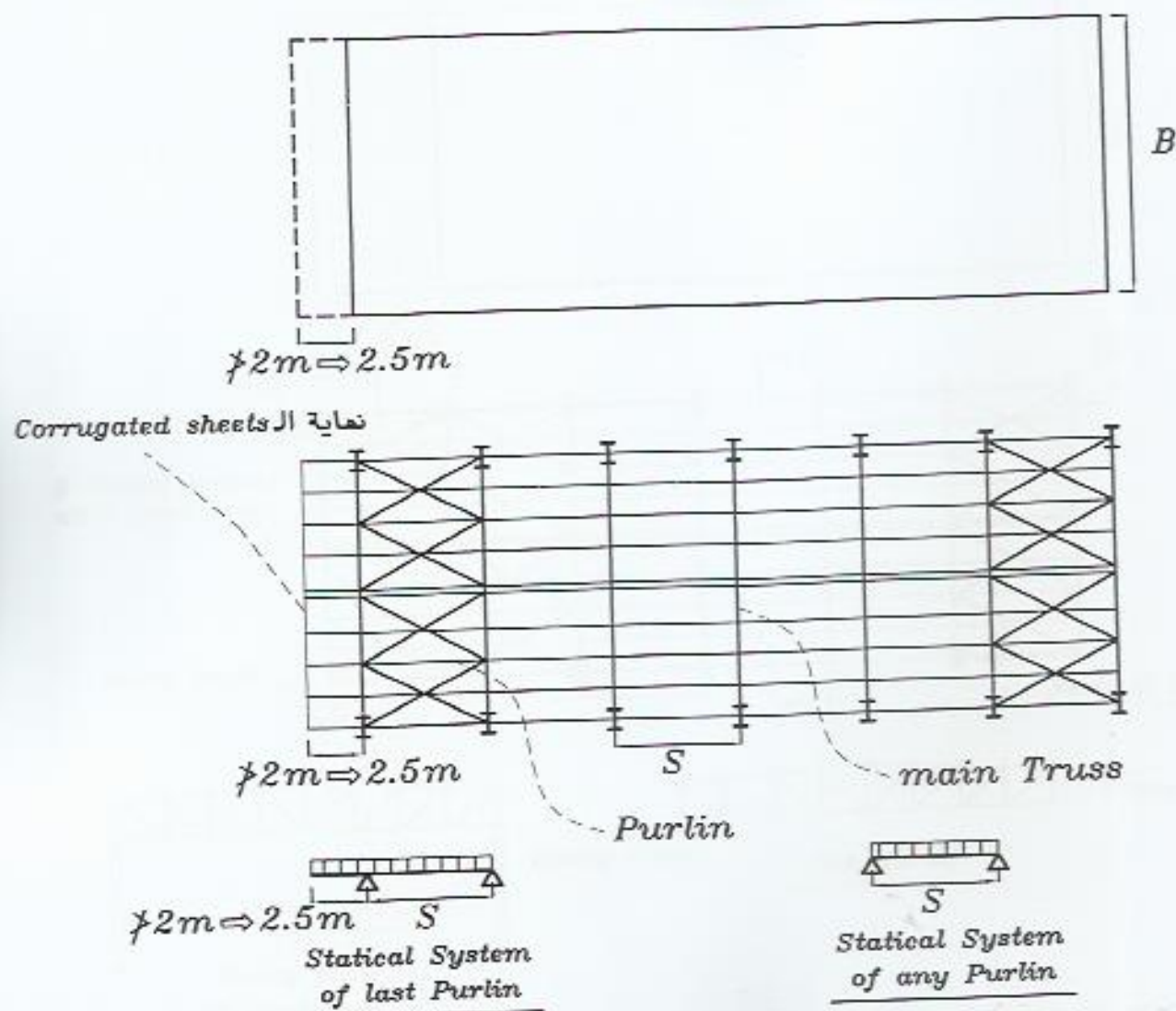
5

Cantilever in the direction \perp Trusses

Case A For $L = (2m \text{---} 2.5m)$

في حالة وجود كابولي Cantilever في اتجاه الـ Purlins عمودي على اتجاه الـ main system يكون أقصى طول للكابولي $(2m \text{---} 2.5m)$.

وذلك لأن الطول الكبير يسبب Moments كبيرة مما يتطلب مقاطع كبيرة للـ Purlins مع أن المقاطع التي تستخدم في الغالب للـ Purlins هي مقاطع صغيرة مثل الـ Channels.



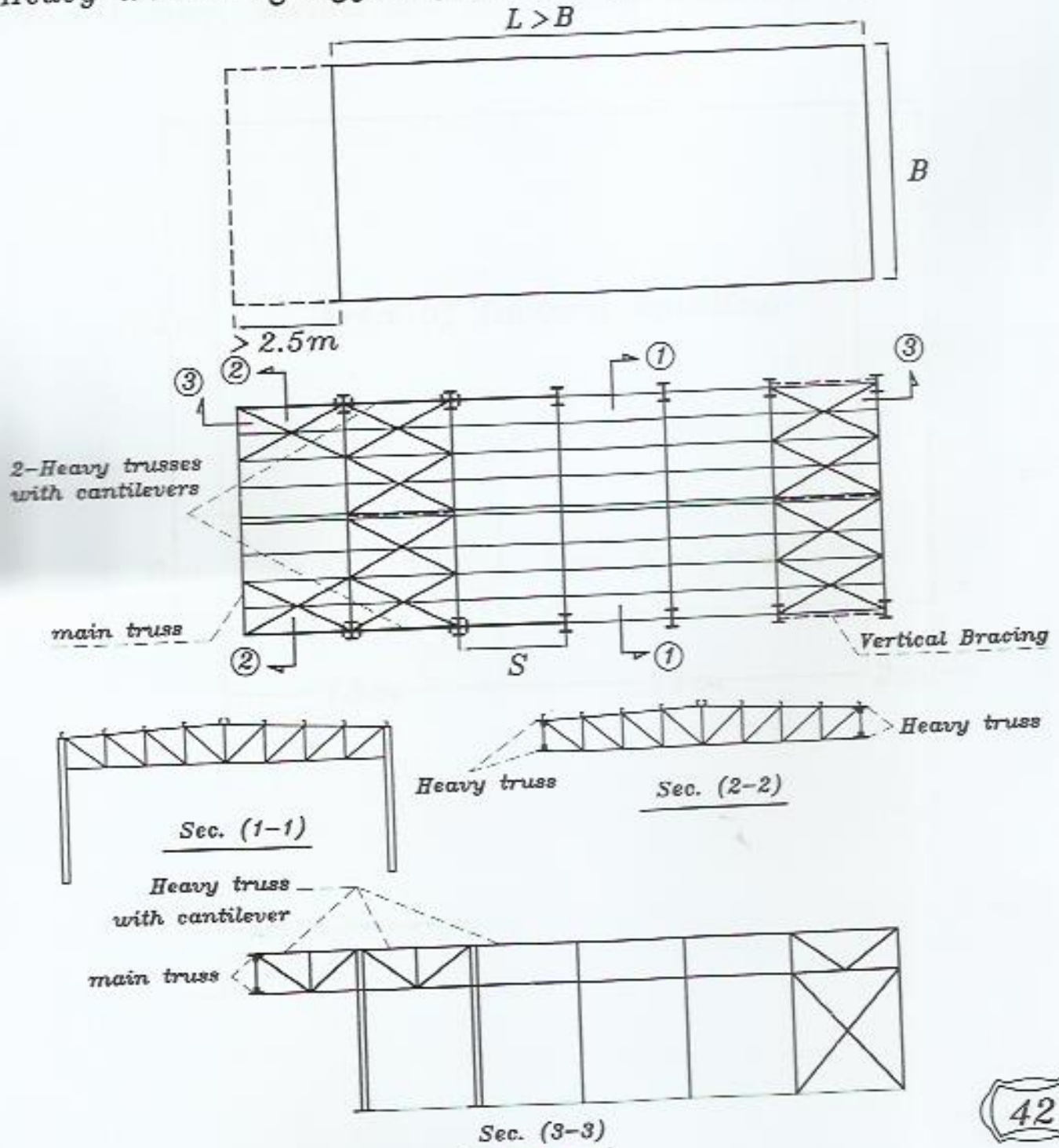
و يكون الـ Statical System لآخر Purlin عبارة عن Beam with Cantilever وليس Simple Beam مثل باقي الـ Purlins

B For $L > 2.5 \text{ m}$

في حالة وجود كابولي *Cantilever* في اتجاه الـ *Purlins* عمودي على اتجاه الـ *main system* و كان طوله أكثر من (2.5m) لا يمكن أن يكون هذا الكابولي عبارة عن *Purlins*.

و لذلك نقوم بوضع *2-Heavy trusses* على جانبي الأرض بطول الـ *Cant.* و يفضل أن يمتد داخل الأرض باكية او باكيتين.

ثم نقوم بوضع *main truss* في نهاية الأرض محمول على الـ *Heavy trusses*

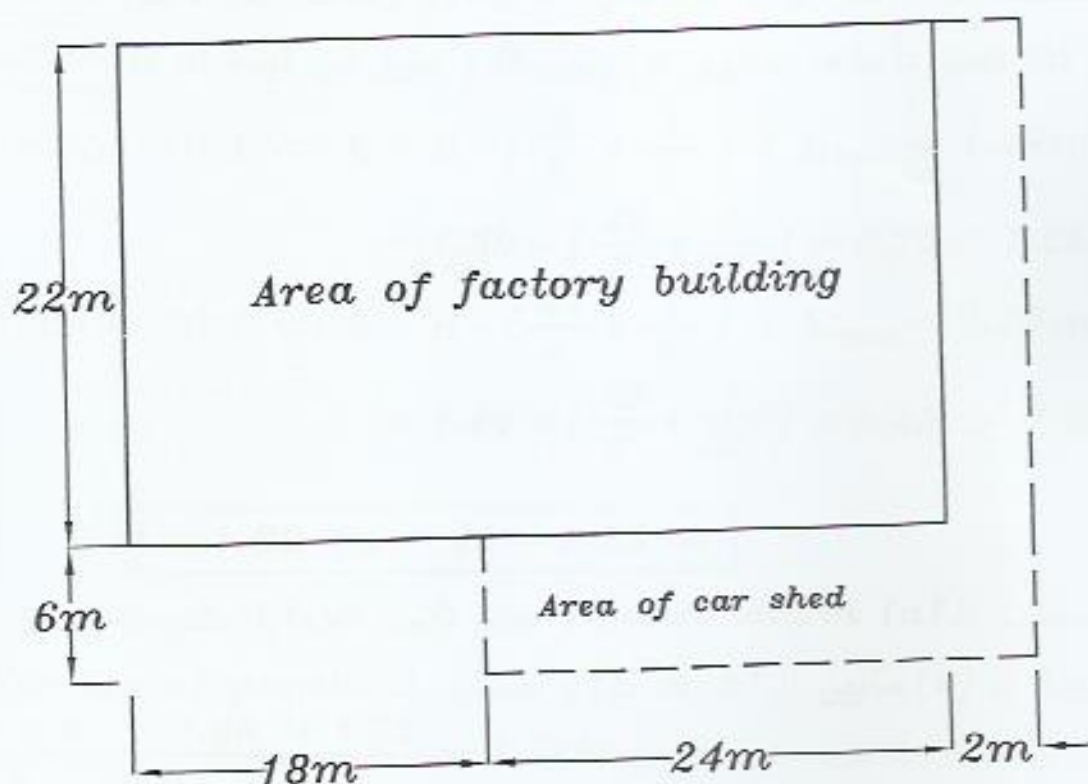


Example

A factory building is to be constructed over a rectangular area ($22\text{m} \times 42\text{m}$), and a car shed of area.

The main system is made up of steel trusses. Steel columns are provided along solid lines only, clear height = 6m , the covering material used is galvanized steel sheets.

It is required to draw to scale $1:100$ or $1:200$ a complete general layout showing all structural components. (Main trusses, purlins and all bracing systems).



خطوات رسم ال Layout

خذ بالك

ال span هي المسافة بين الاعمدة
أى أنها هنا تساوى 22 m

١- تحديد نوع ال Truss .

نبدأ بتجربة ال N-Truss or K-Truss

٢- نحسب ال depth لل Truss .

$$H = \frac{\text{Span (B)}}{12 \Rightarrow 16} = \frac{22}{12 \Rightarrow 16} = 1.38 \Rightarrow 1.83m$$

$$\text{Take } H = 1.80 \text{ m}$$

٣- نحسب ال h الموجودة فى نهاية ال Truss ونتأكد أنها لا تقل عن ال $h_{min.}$

و اذا قلت نأخذها تساوى ال $h_{min.}$ و نغير من قيمة ال H $h_{min.} = 1.25m$

$$\begin{aligned} * \text{ Take slope } 10:1 \Rightarrow h &= H - \left[\frac{B}{2} * \frac{1}{Z} \right] \nless h_{min.} = 1.25m \\ &= 1.80 - \left[\frac{22}{2} * \frac{1}{10} \right] = 0.70 < 1.25m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \text{ Take slope } 20:1 \Rightarrow h &= H - \left[\frac{21}{2} * \frac{1}{Z} \right] \nless h_{min.} = 1.25m \\ &= 1.80 - \left[\frac{22}{2} * \frac{1}{20} \right] = 1.25 \leq 1.25m \end{aligned}$$

$$H = 1.80 \text{ m} \quad h = 1.25 \text{ m}$$

٤- حساب ال (a) panel length و حتى تكون الزوايا مضبوطة يفضل ان تكون

قيمة ال (a) ما بين ال (H & h) و حساب ال Number of panels .

$$a \simeq \frac{H + h}{2} = \frac{1.80 + 1.25}{2} = 1.525m$$

$$\text{Number of panels} = \frac{22}{1.525} = 14.4 \quad \text{رقم زوجى} \quad \text{Take } 12 \text{ panels}$$

$$a_{\text{actual}} = \frac{22}{12} = 1.833m$$

$$a_{\text{actual}} = 1.833 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \text{Check } \tan^{-1} \frac{h}{a} = \frac{1.25}{1.83} = 34.3^\circ$$

$$\& \tan^{-1} \frac{H}{a} = \frac{1.80}{1.83} = 44.5^\circ$$

و بالتالى من الممكن هنا استخدام ال N-Truss or K-Truss

٥- تحديد عدد ال *longitudinal bracing* و أماكنهم بحيث لا تزيد المسافة بينهم عن ٨ م و يفضل أن تكون أماكن ال *end gable columns* هي نفسها أماكن ال *longitudinal bracing*.

$$16 < \text{span}=22 < 24 \Rightarrow \boxed{\text{Use 4 longitudinal bracing}}$$

و من الممكن استخدام اثنان فقط.

٦- تحديد عدد ال *spacings* في الاتجاه الطويل.

$$\text{Number of spacings} = \frac{36}{5 \Rightarrow 8} = 7.2 \Rightarrow 4.5$$

$$\text{take 6 spacings} \Rightarrow \text{Spacing} = \frac{36}{6} = 6 \text{ m}$$

$$\boxed{\text{Number of spacings} = 6 \ \& \ \text{Spacing} = 6 \text{ m}}$$

٧- اذا كان ال *clear height* أكبر من 6m سنحتاج الى اضافة *member* أفقي زيادة للعمود في ال *vertical bracing* لتقليل ال *Buckling*.

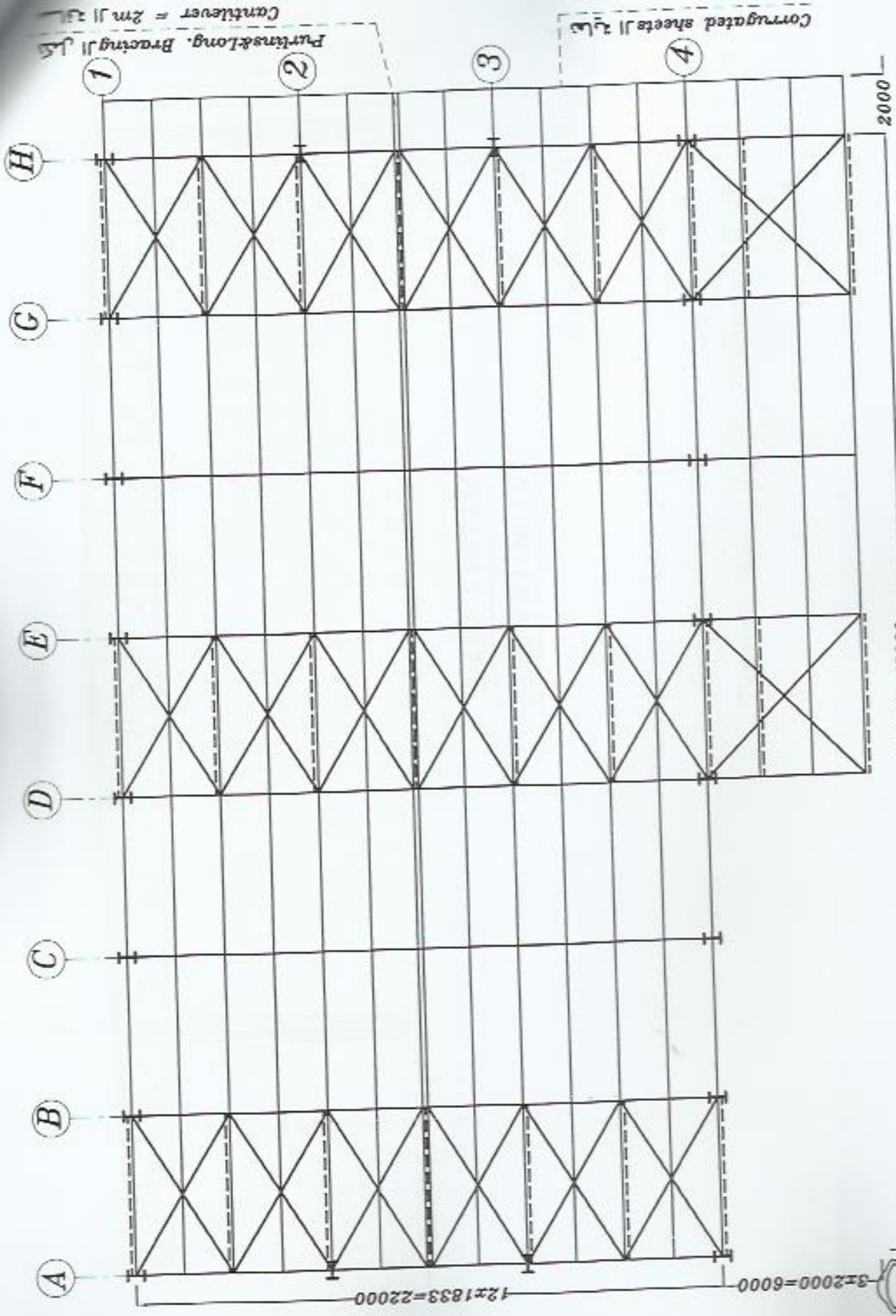
$$\text{Clear height} = 6 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{No need for add. member in vertical bracing}}$$

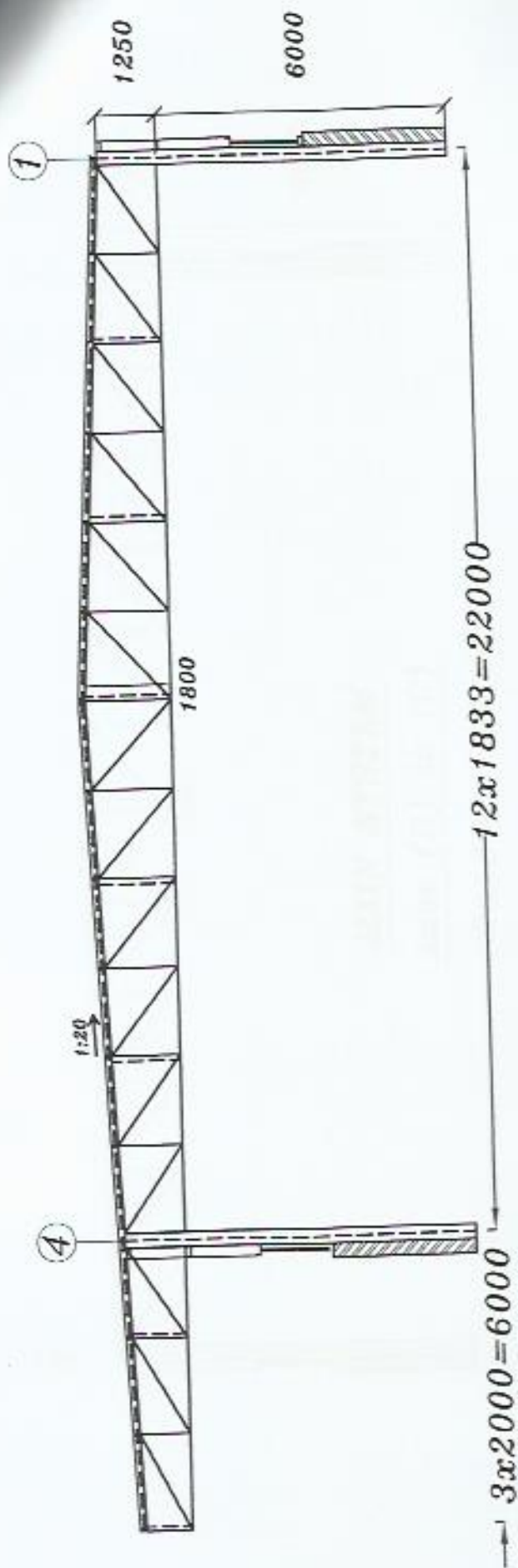
٨- اذا كانت المسافة بين أول و آخر *Horizontal bracing* أكبر من 30m \Rightarrow 25 نضيف *Horizontal bracing* بينهم.

$$\text{Distance between Horizontal bracings} = 24 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{No need for additional bracing}}$$



PLAN

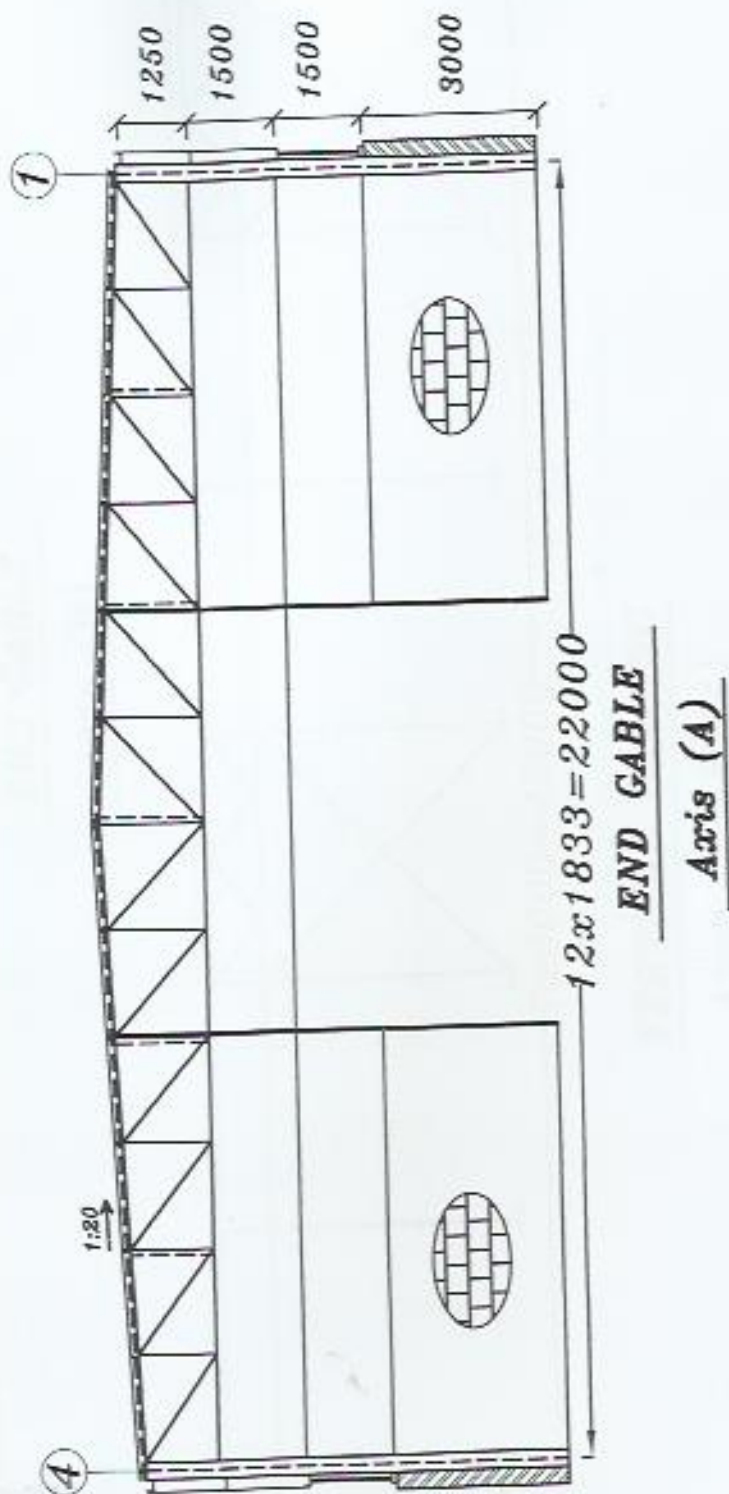
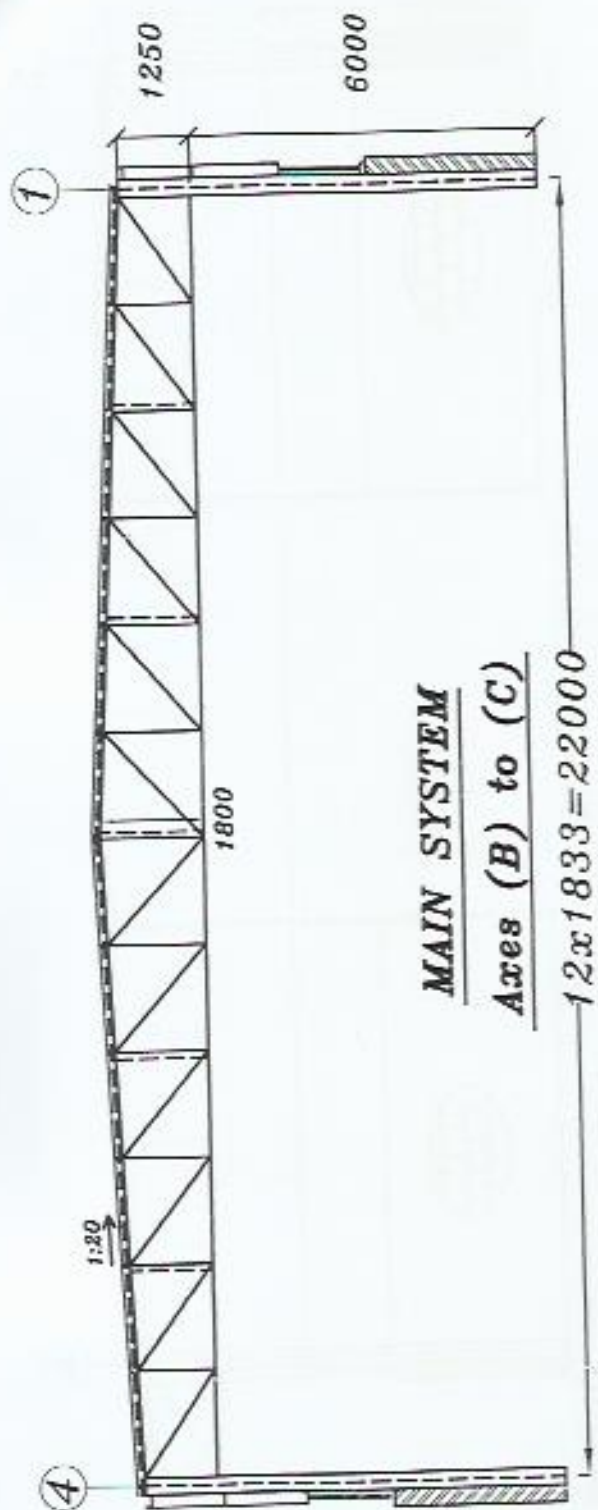


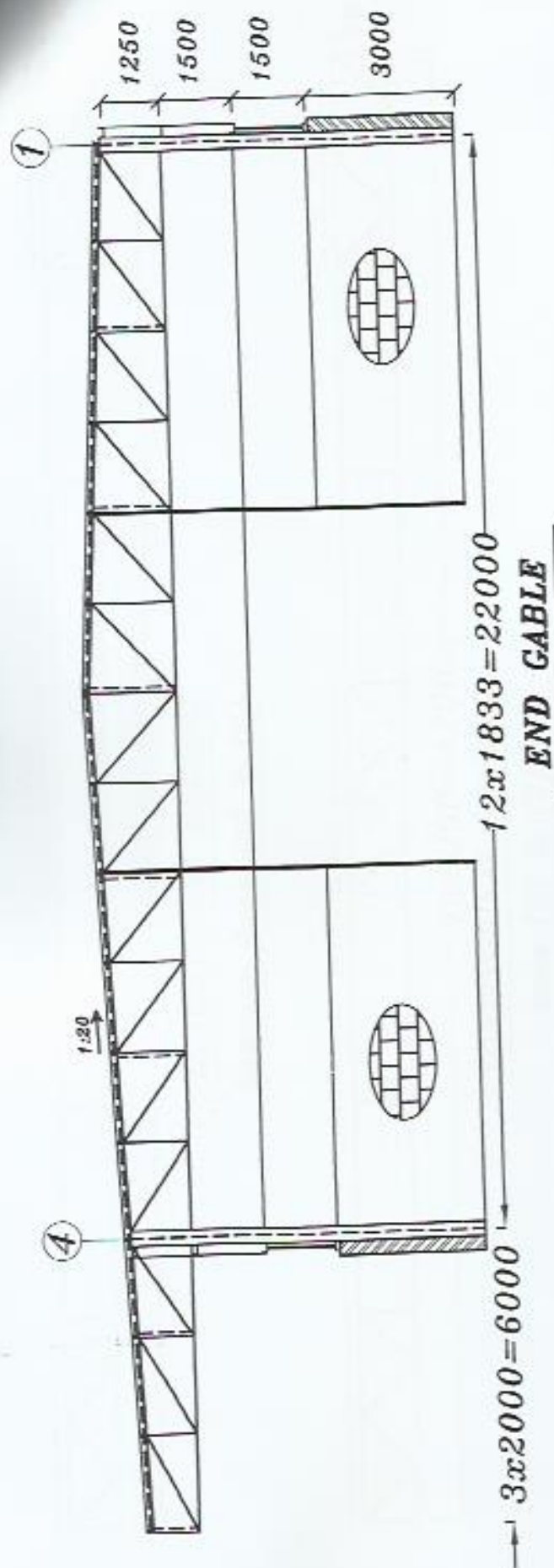
MAIN SYSTEM

Axes (D) to (G)

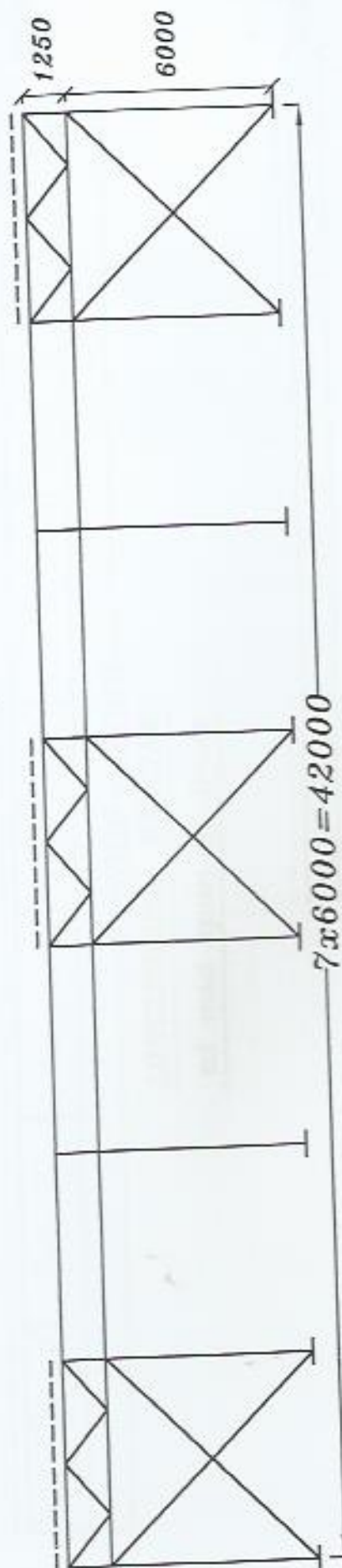
في حالة ال Cantilever

- ١- يجب وضع *Longitudinal bracing* في نهاية ال *Cantilever*.
- ٢- يفضل تقليل المسافات بين ال *Longitudinal bracing*.
- ٣- لاحظ تغير ميل ال *Diagonals* حتى يكون عليها *Tension*.





Axis (H)



VERTICAL BRACING

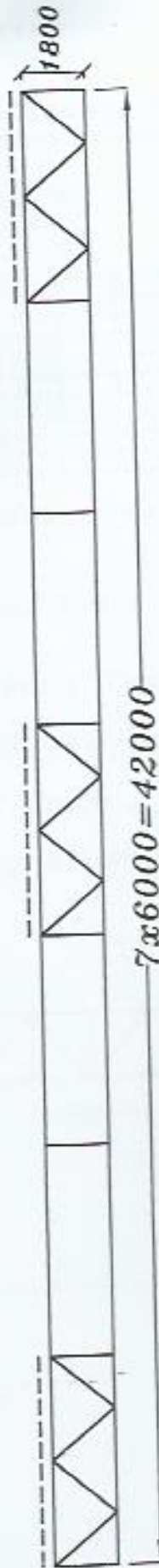
Axis (1) & (4)



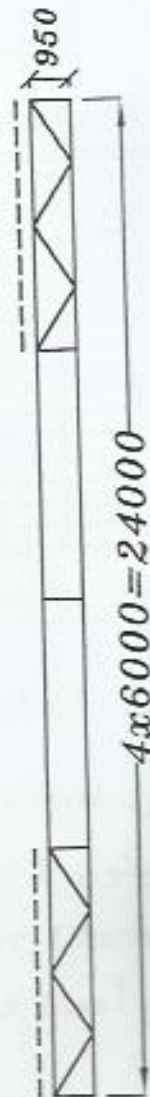
LONGITUDINAL BRACING
between Axes (1) & (2)



LONGITUDINAL BRACING
Axes (2) & (3)



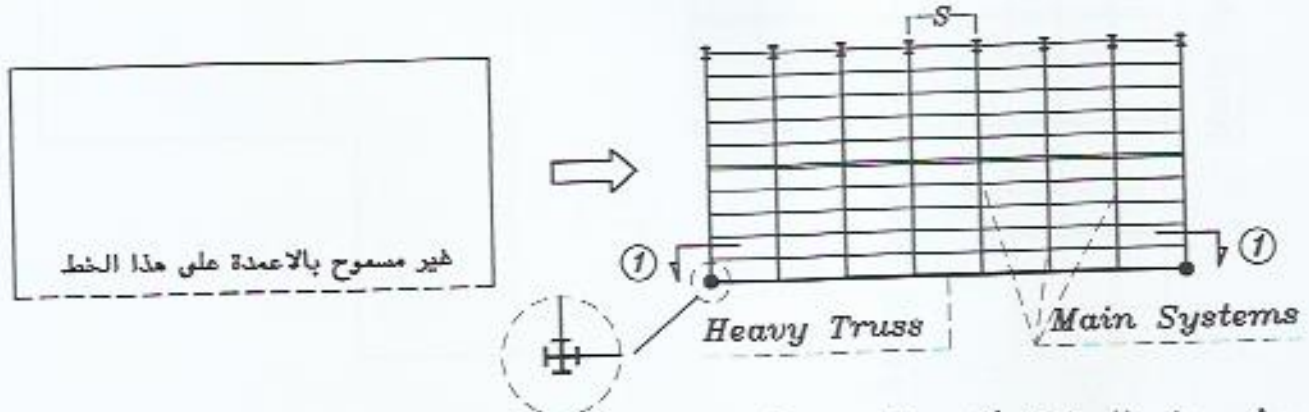
LONGITUDINAL BRACING
at mid span of truss



LONGITUDINAL BRACING
at the end of cantilever

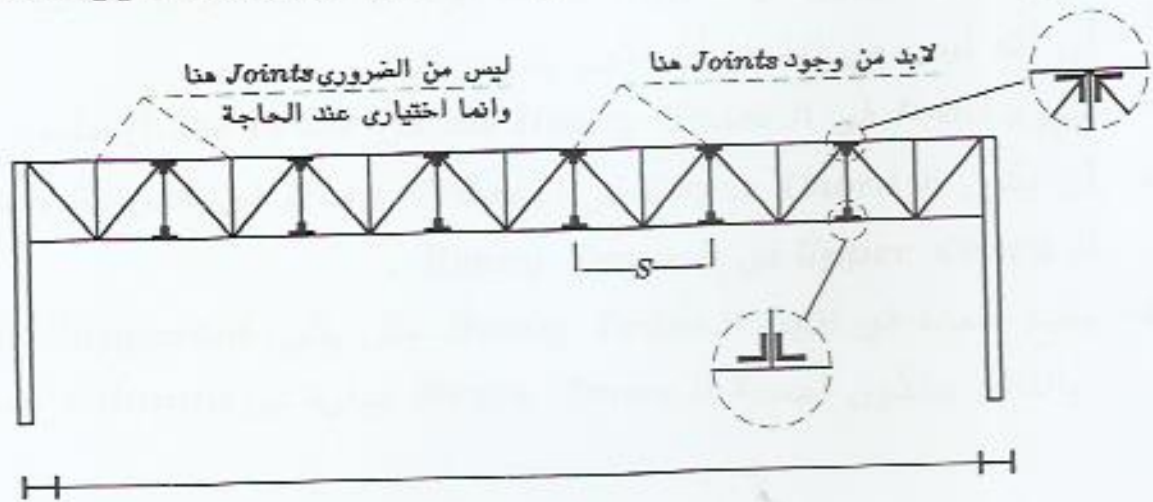
هناك ٣ حالات لـ *Heavy Truss* و هي :

١- أن تكون الـ *Trusses* متشالة عليه عمودية عليه من جهة واحدة فقط

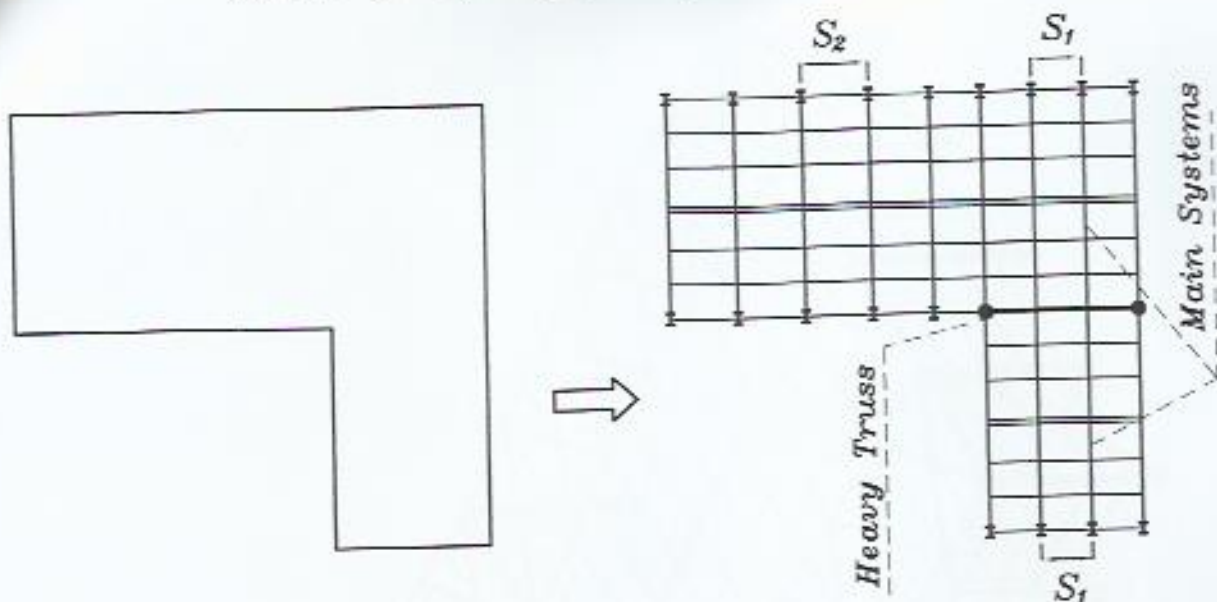


و في هذه الحالة يكون الـ *Heavy Truss* أفقى مع مراعاة التالي :

- ١- وجود *Joint* فى الـ *Heavy Truss* عند كل *Truss* متشال عليه .
- ٢- أن يكون الـ *Upper Chord* فى الـ *Main Truss* فى نفس منسوب الـ *Upper Chord* فى الـ *Heavy Truss* .
- ٣- وضع أعمدة فى اتجاه الـ *Heavy Truss* حتى يكون *Supported* عليها .



٢- أن تكون ال *Trusses* متشالة عليه عمودية عليه من الجهتين



و فى هذه الحالة يكون ال *Heavy Truss* أفقى مع مراعاة التالى :

١- أن تكون ال *Spacing* يمين ال *Heavy Truss* تساوى ال *Spacing* يسار ال *Heavy Truss* كما هو واضح بالشكل المسافة هي S_1 .

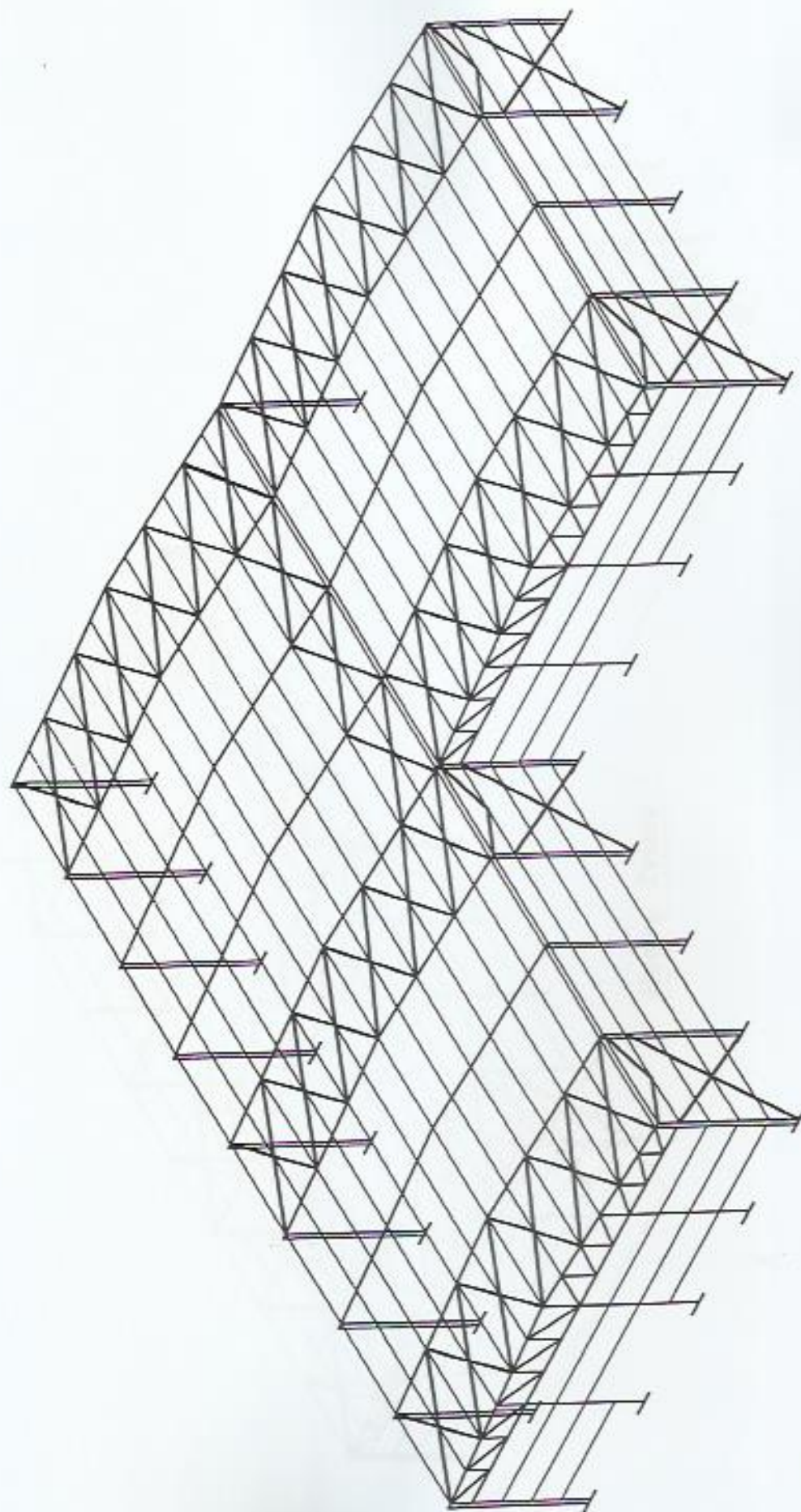
٢- ليس من الضرورى أن تكون ال *Spacing* فى باقى الارض مساوية لـ S_1 أى أنه ليس من الشرط أن تكون $S_2 = S_1$.

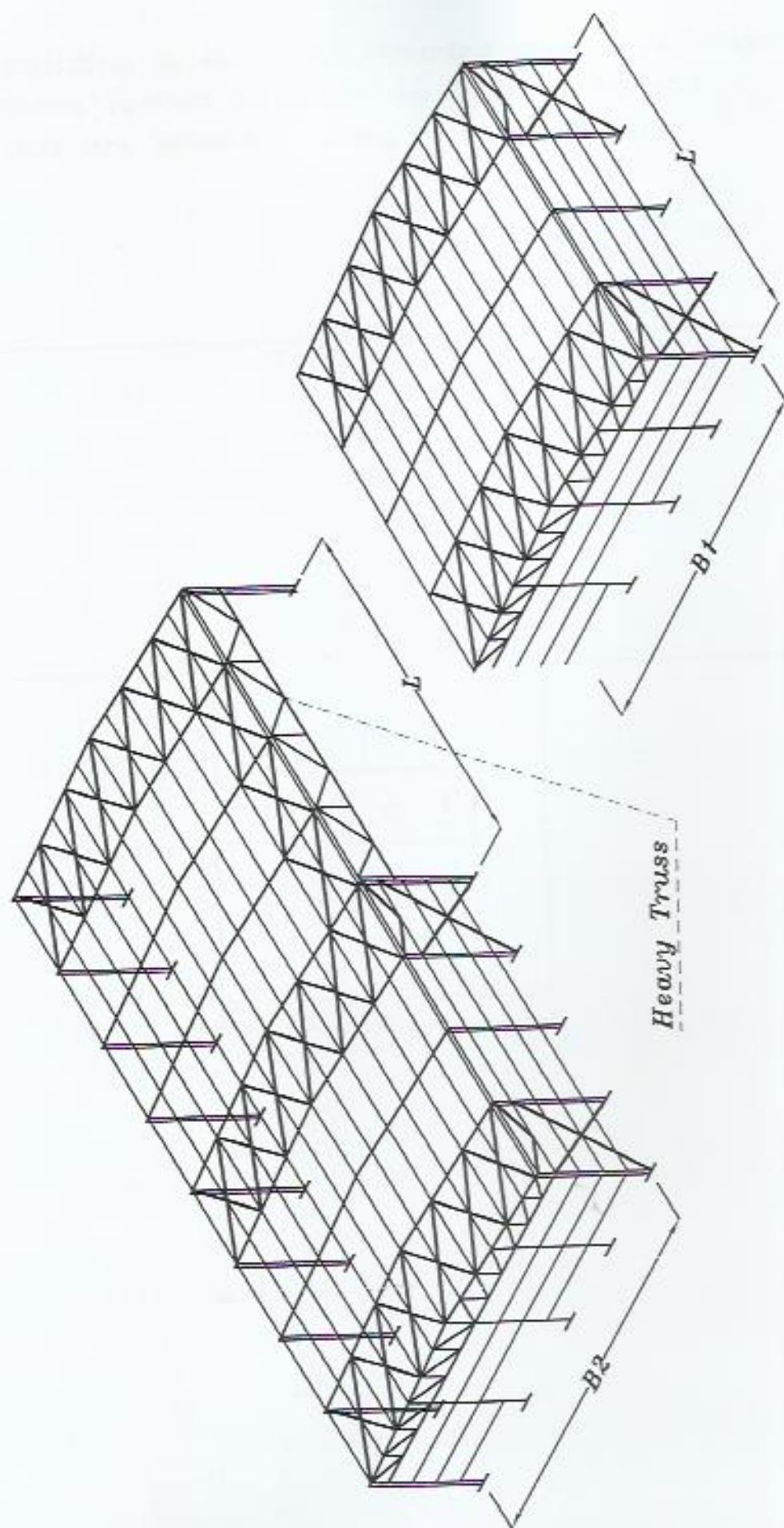
٣- وجود *Joint* فى ال *Heavy Truss* عند كل *Truss* متشال عليه .

٤- أن يكون ال *Upper Chord* فى ال *Main Truss* فى نفس منسوب ال *Upper Chord* فى ال *Heavy Truss* .

٥- وضع أعمدة فى اتجاه ال *Heavy Truss* حتى يكون *Supported* عليها .

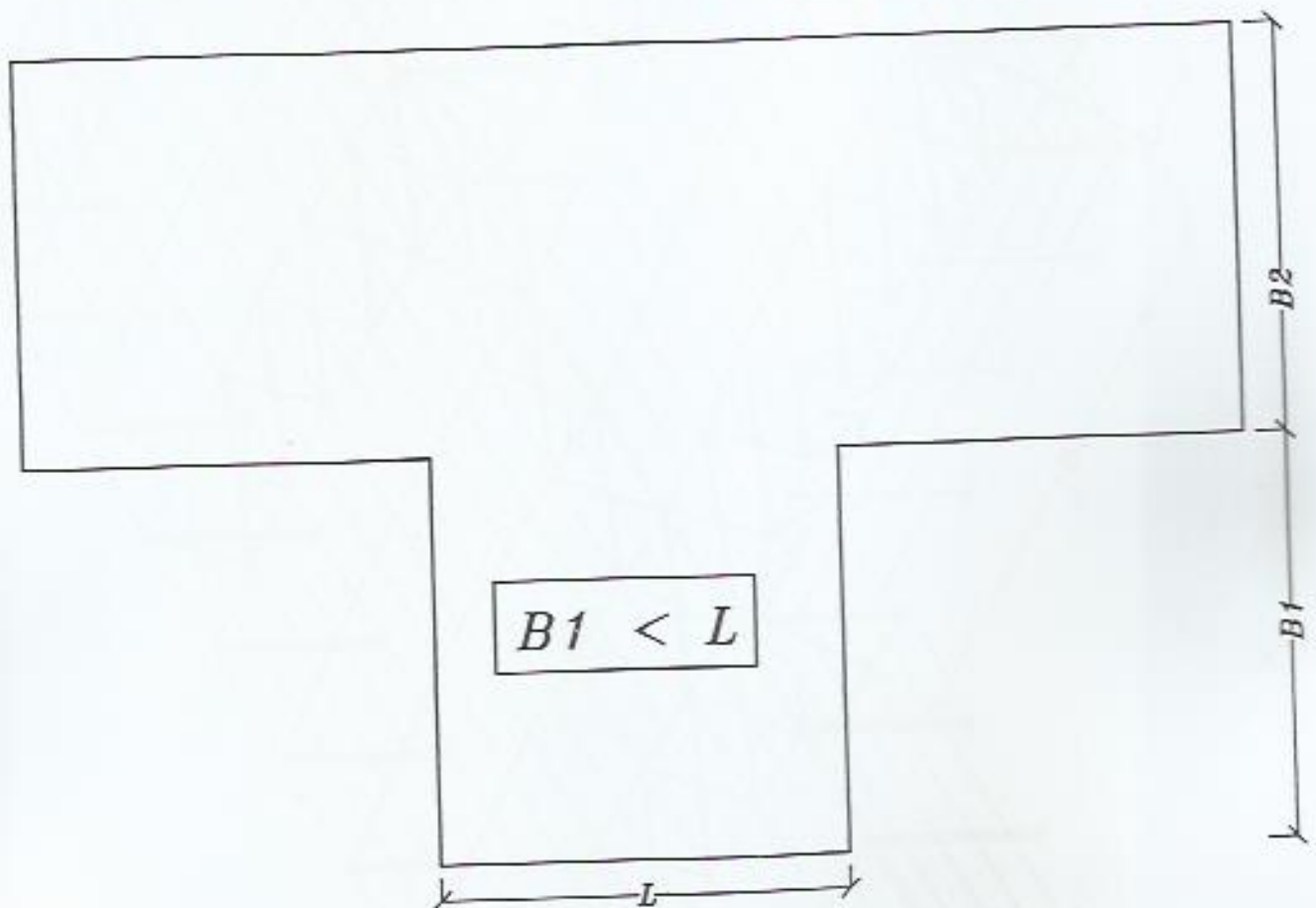
بالتالى ستكون أعمدة ال *Heavy Truss* عبارة عن *Cross Columns* .

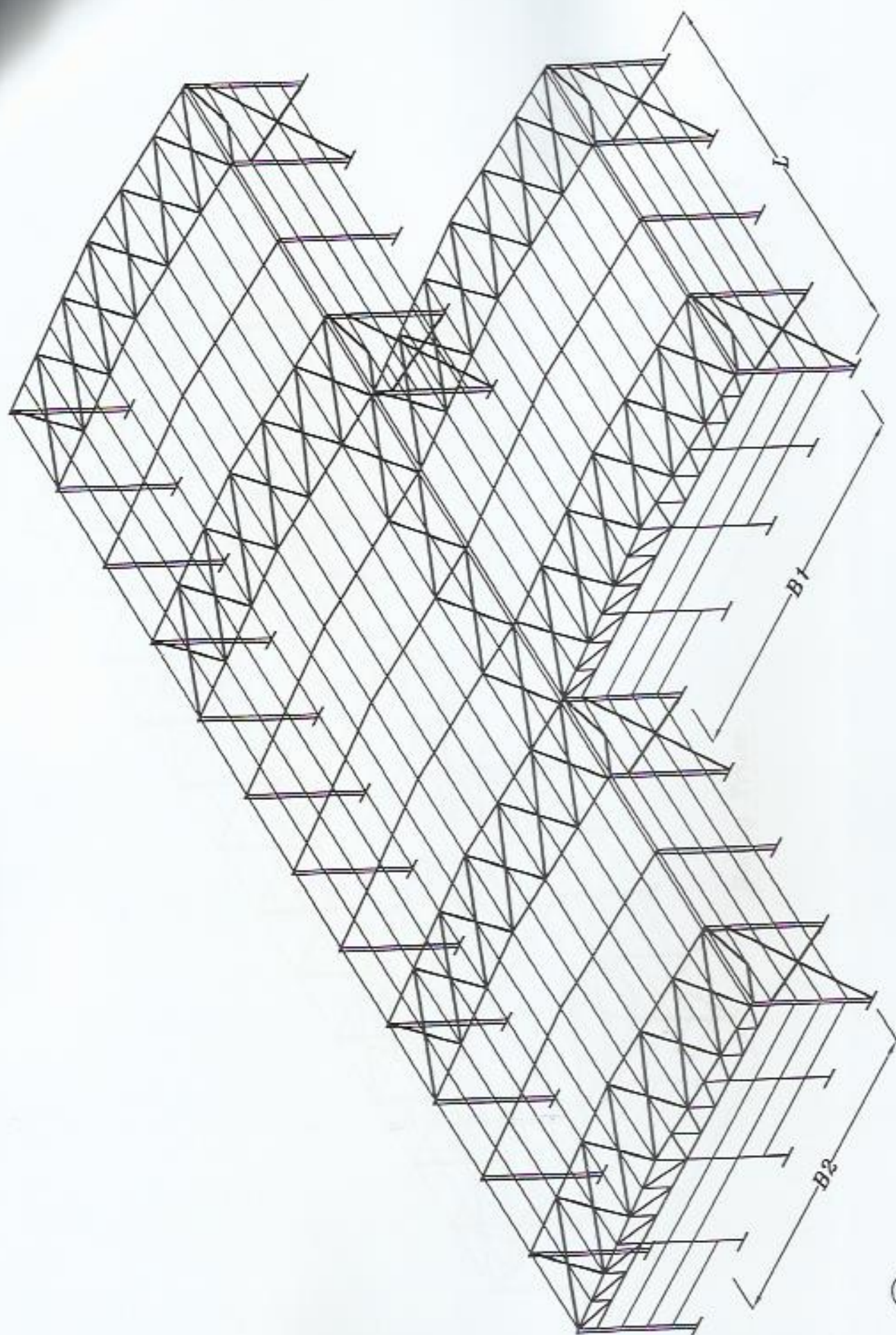


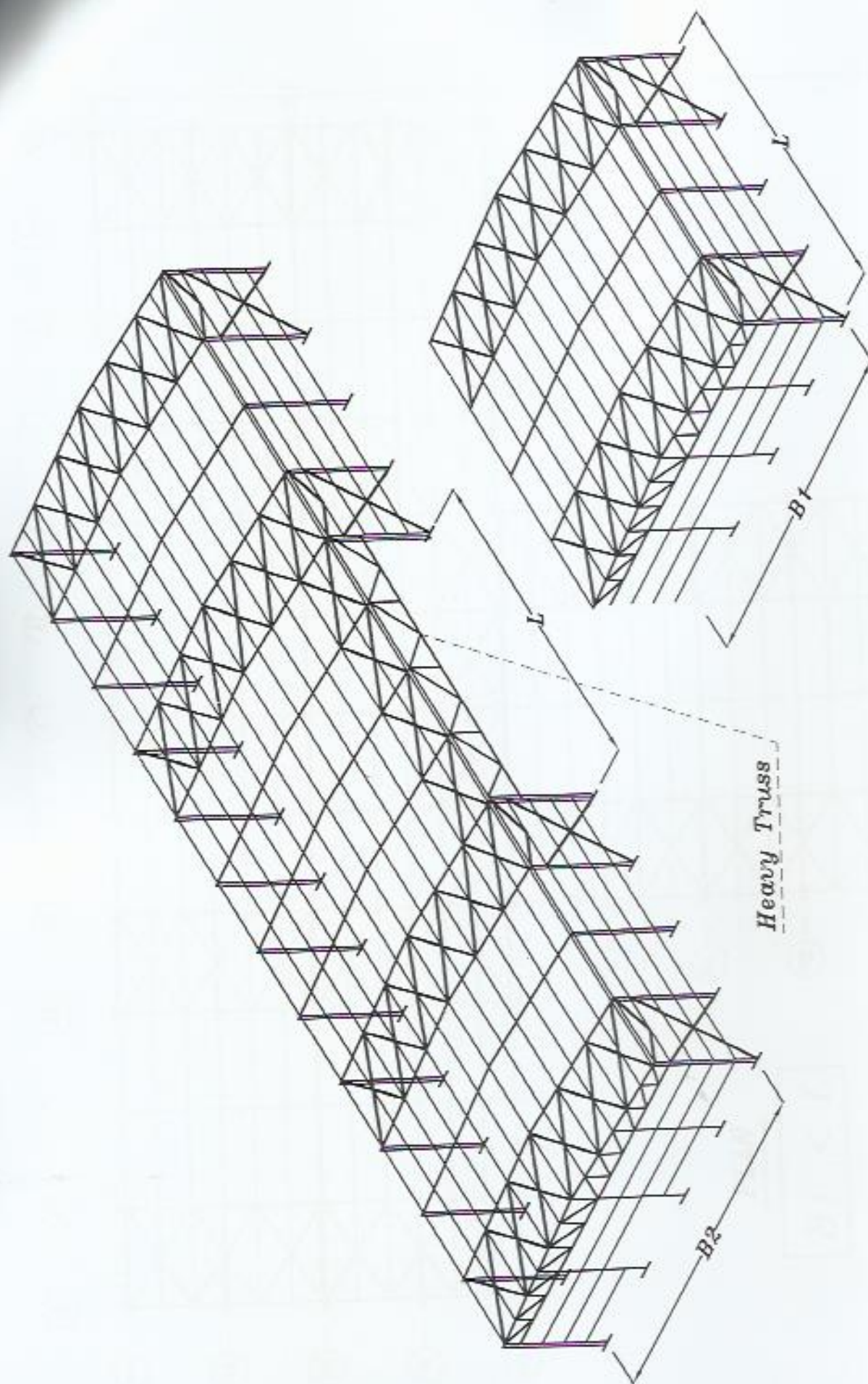


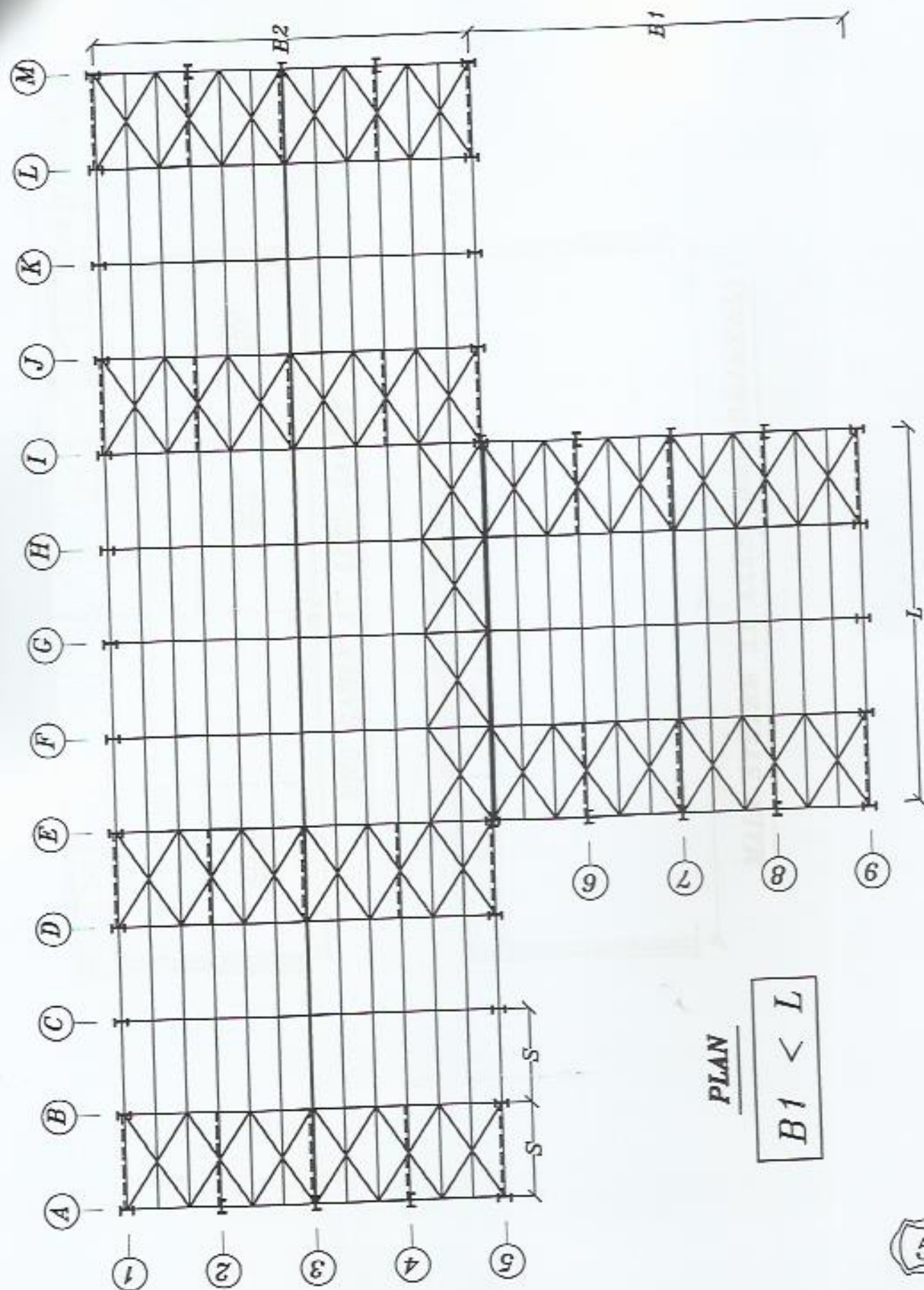
Example

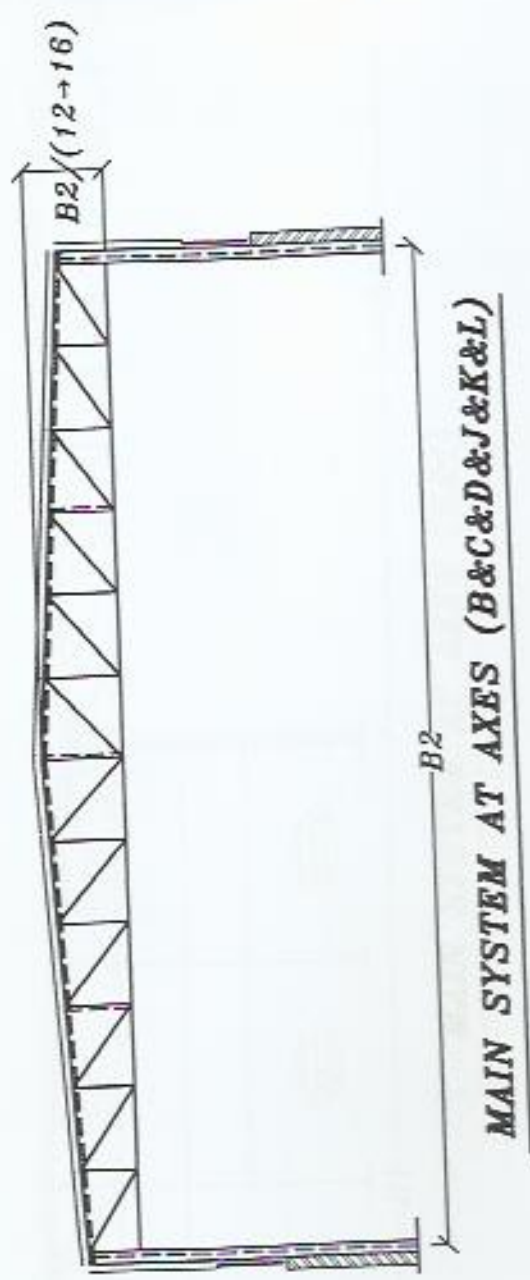
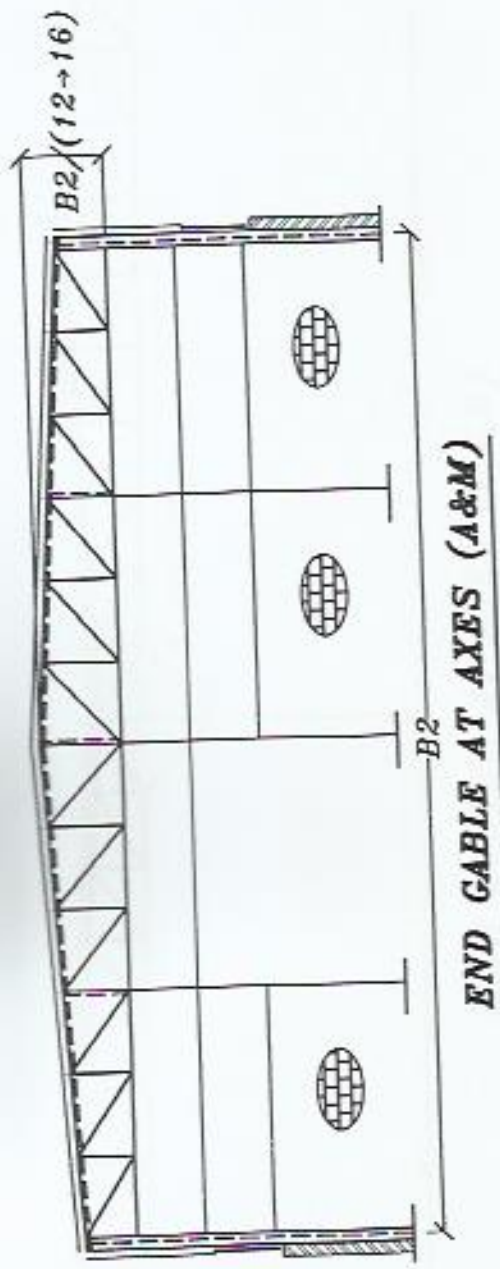
A factory building is to be constructed over a rectangular area, the main system is made up of steel trusses. Steel columns are provided along perimeter only.

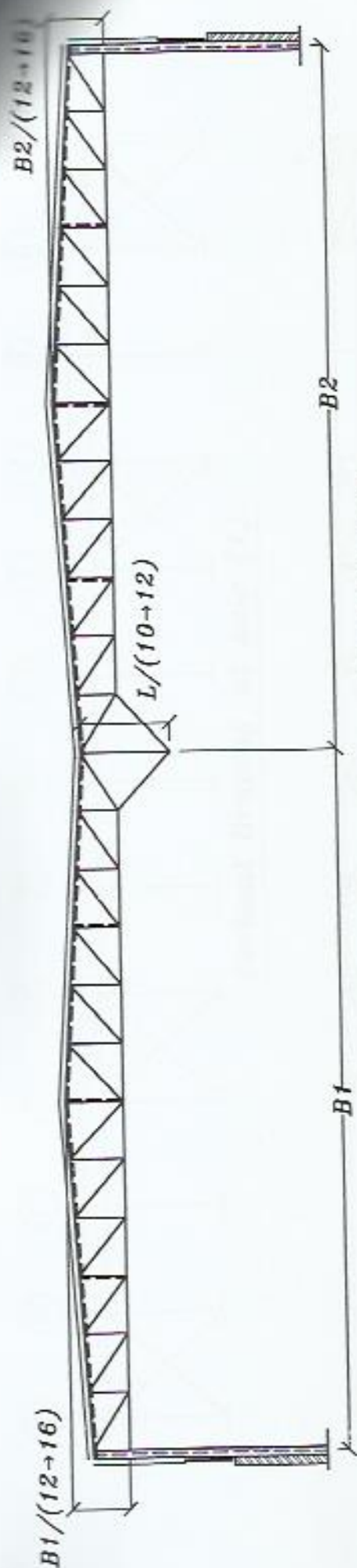




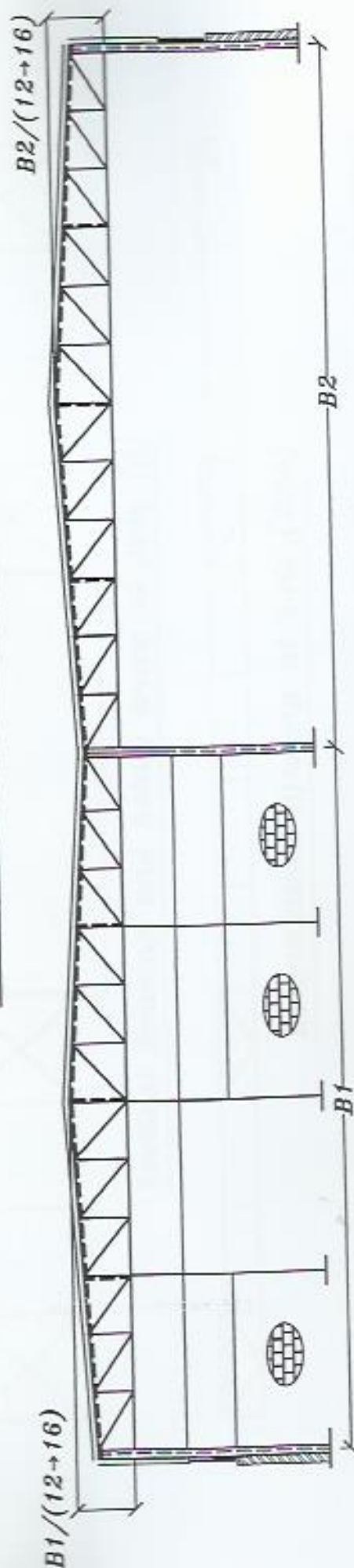




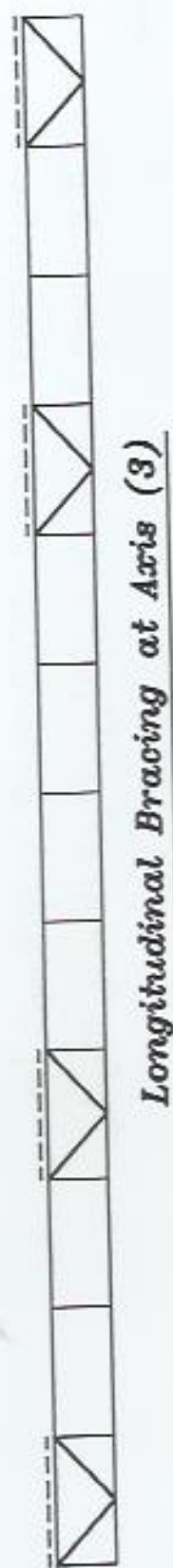
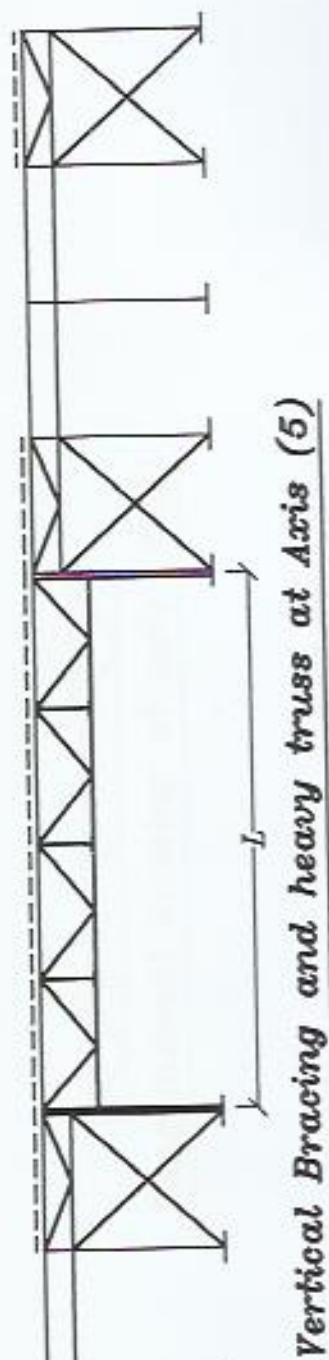
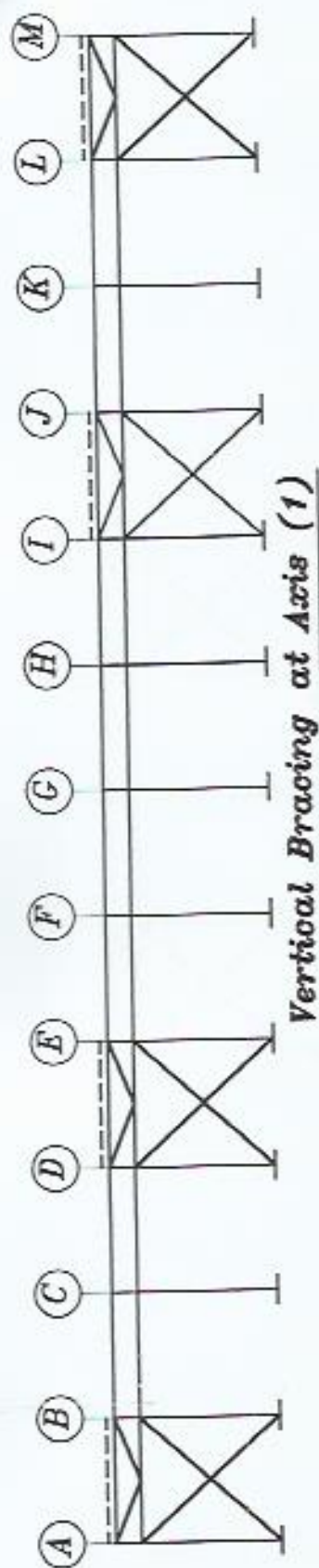


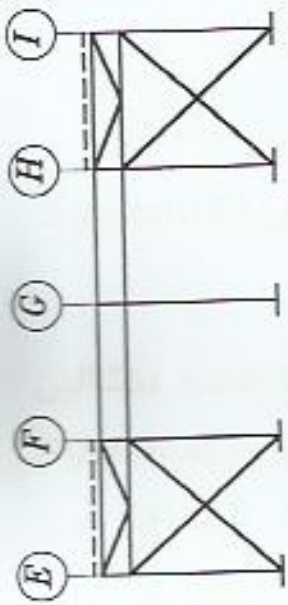


MAIN SYSTEM AT AXES (F,G,H)

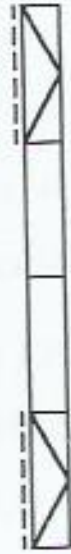


MAIN SYSTEM AT AXES (E&I)





Vertical Bracing at Axis (9)



Longitudinal Bracing at Axis (6&8)



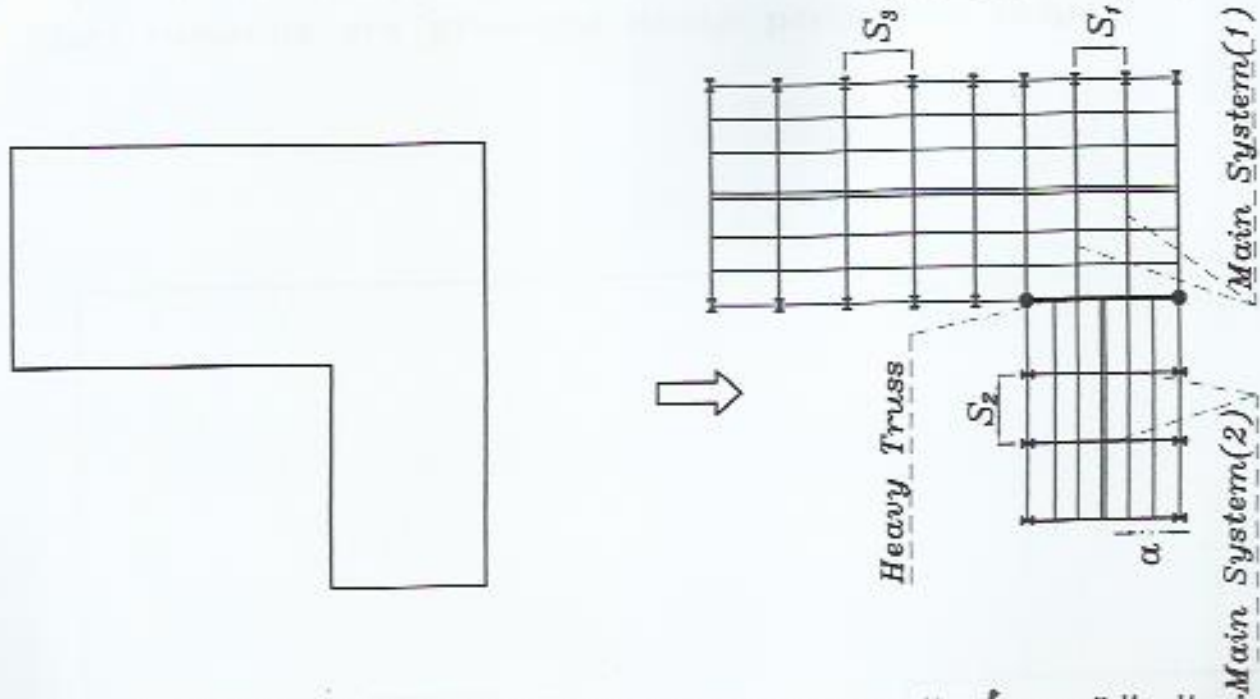
Longitudinal Bracing at Axis (7)

ملحوظات هامة فى الحل السابق

١- لا نحتاج الى وضع Vertical Bracing مكان ال Heavy Truss حيث أنه يعمل بدلا من ال Vertical Bracing لانه يستطيع مقاومة الاحمال اللى فى اتجاهه .

٢- لا يمكن عمل ال main system فى الاتجاه الاخر من الارض حيث أنه أطول . $L > B$

٣- أن تكون ال *Trusses* متشالة عليه عمودية عليه من جهة واحدة و من جهة أخرى توجد *Trusses* موازية له و ليست متشالة عليه و لكن ال *Purlins* الخاصة بها متشالة عليه .

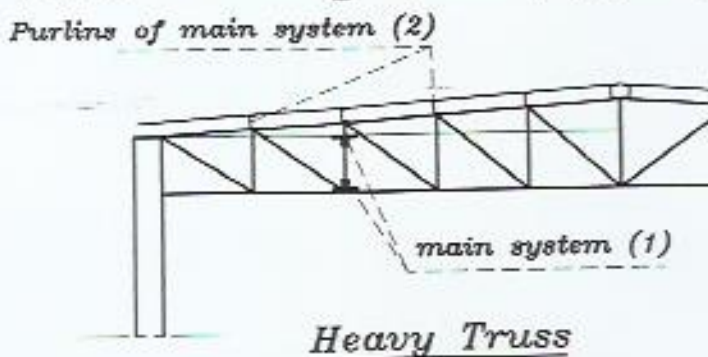


فى هذه الحالة نجد أن ال *Heavy Truss* شایل ال *Purlins* من *System(2)* و شایل *System(1)* نفسه و لهذا يجب مراعاة التالى :

١- لابد أن تكون ال *Purlins* من *System(2)* و ال *System(1)* نفسه متشالين على *Joints* فى ال *Heavy Truss* أى أن ال *Spacing* بين *Systems(1)* المتشالة على ال *Heavy Truss* لابد أن تكون من مضاعفات المسافة بين ال *Purlins* و هى ال (a).

٢- لابد من أن يكون ال *Heavy Truss* مائل و يكون نفس شكل ال *Trusses* الموازية له لان ال *Purlins* متشالة عليهم .

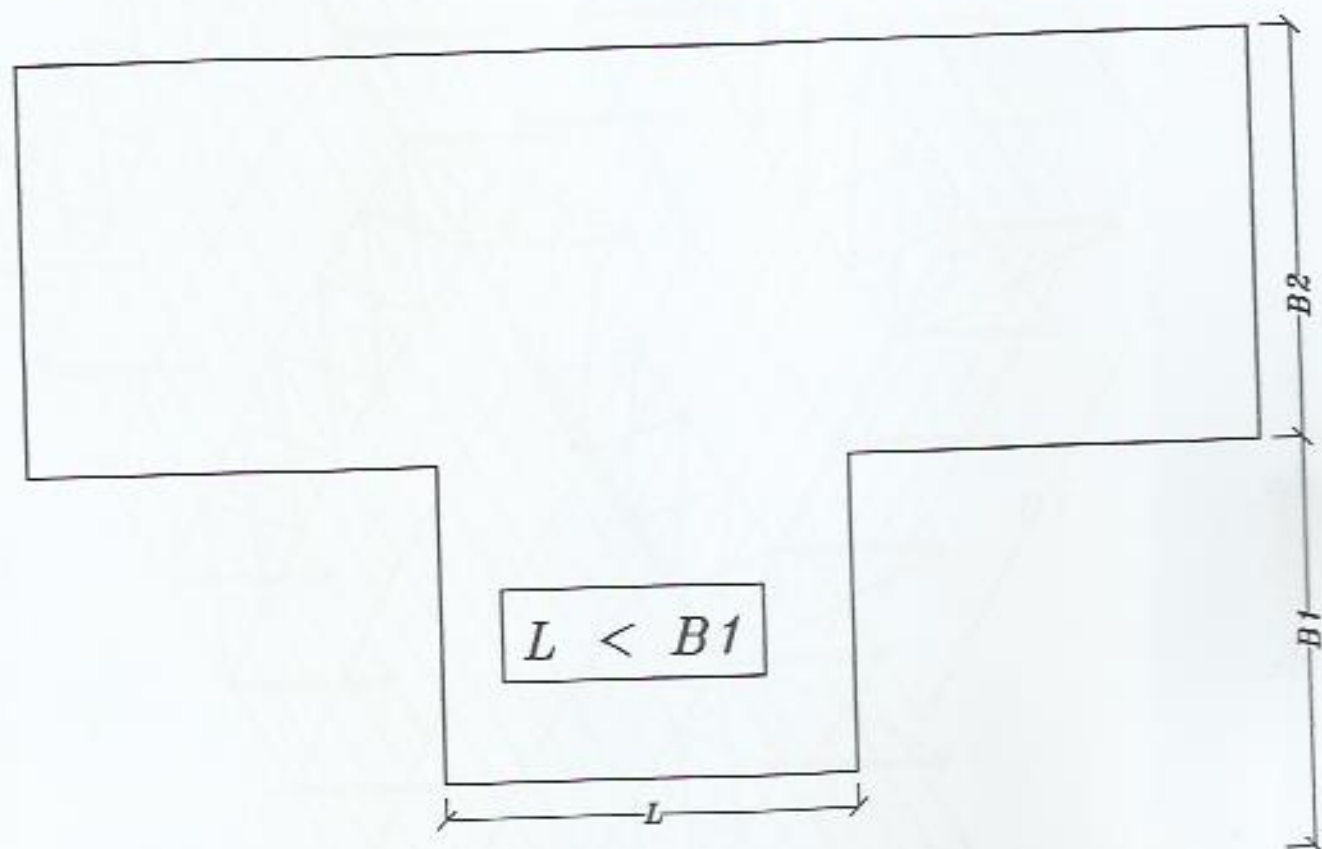
٣- يكون شكل ال *Heavy Truss* مثل شكل *System(1)* مع اختلاف ال *depth*

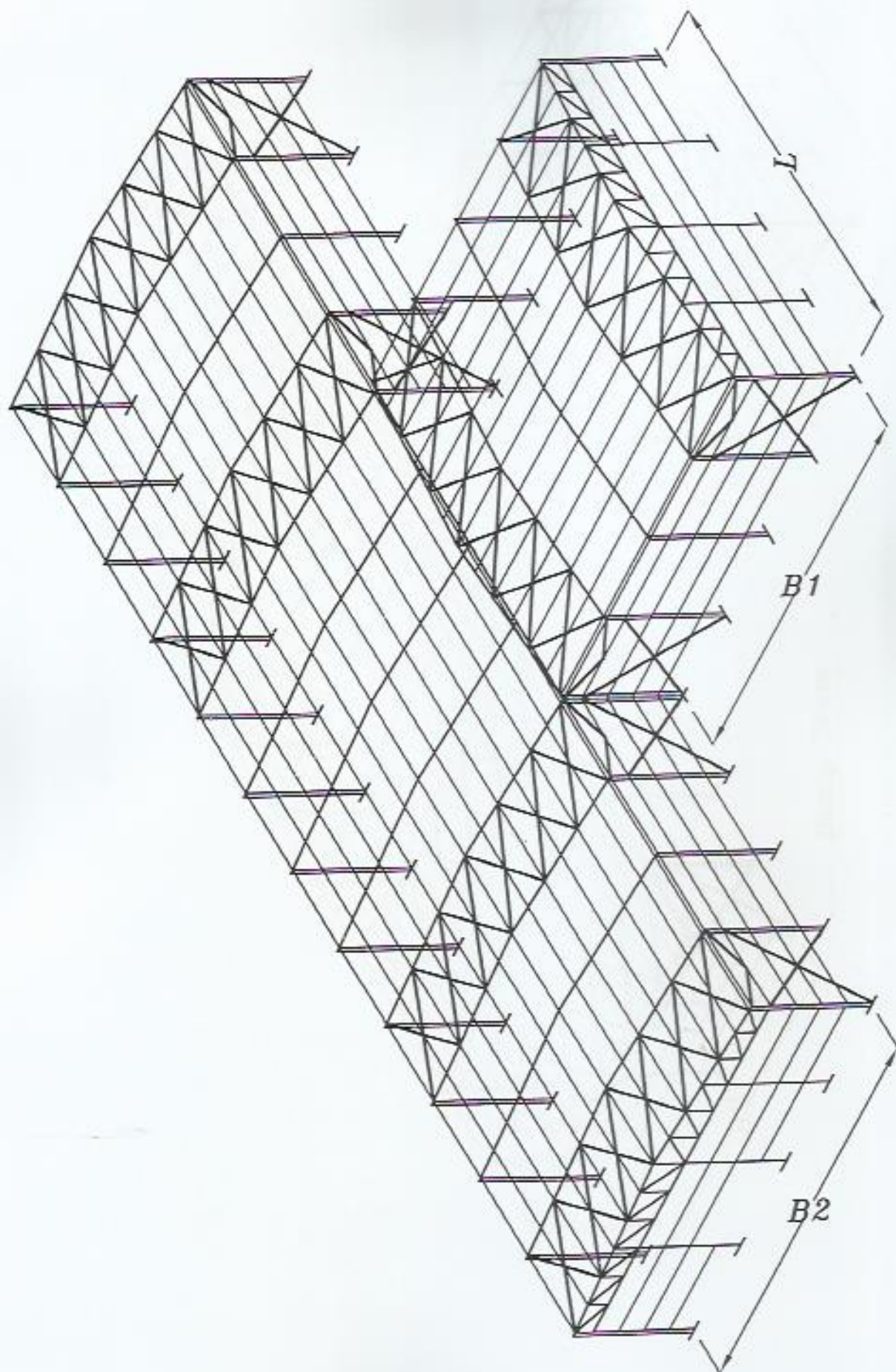


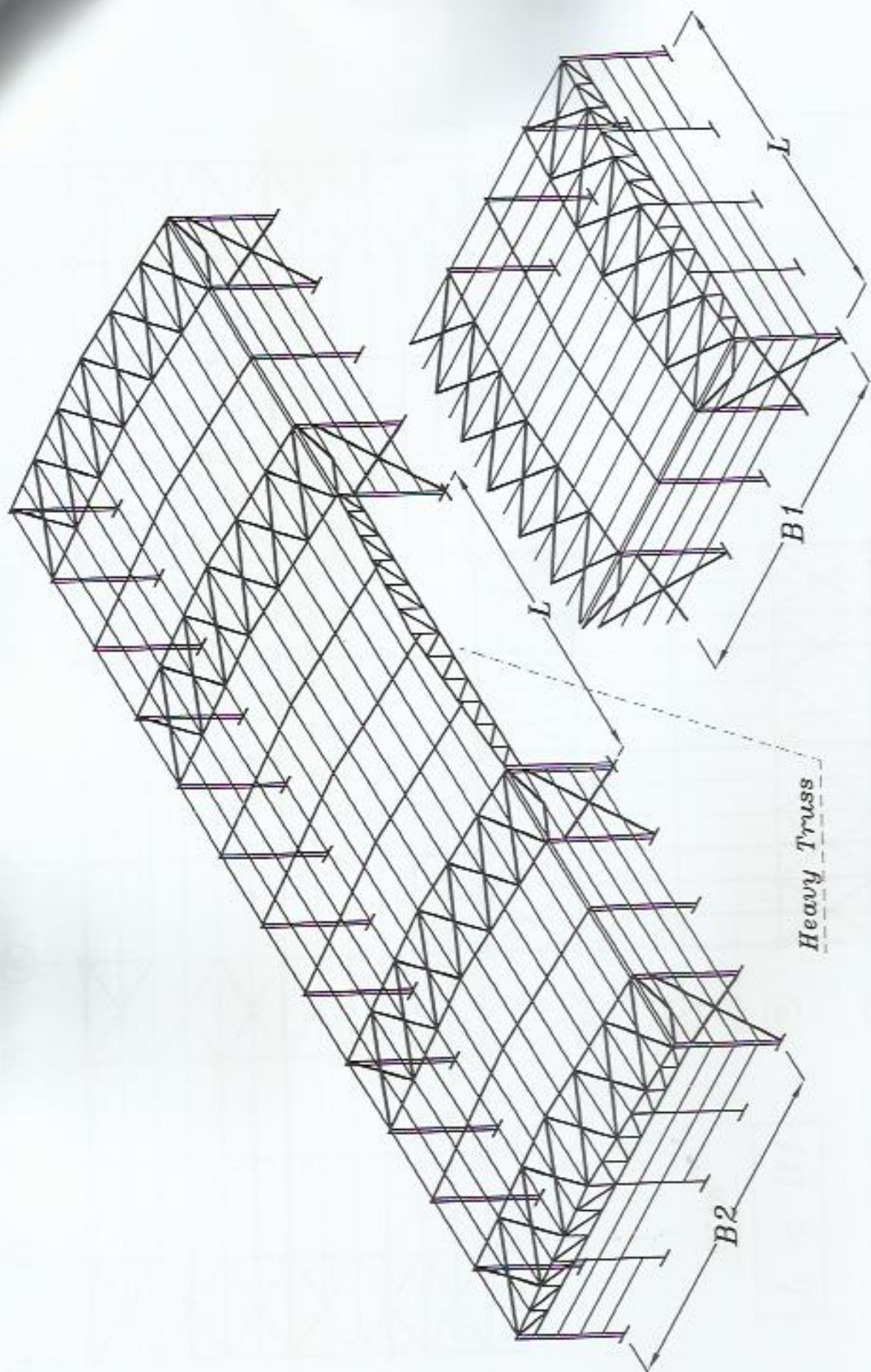
نصيحة
نحاول دائما الا نستخدم هذا
الحل و أن نجعل ال *Trusses*
عمودية على ال *Heavy Truss*

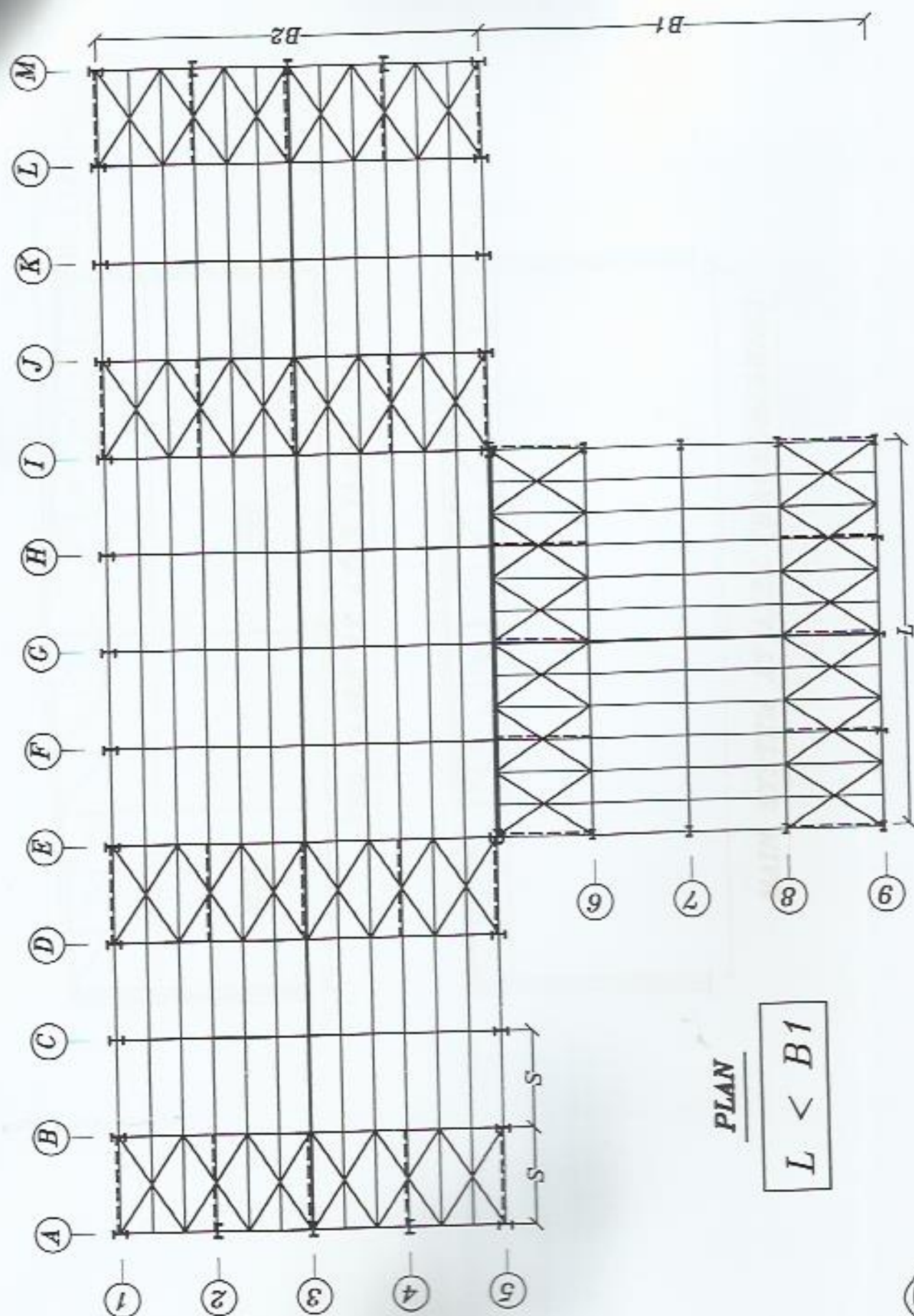
Example

A factory building is to be constructed over a rectangular area, the main system is made up of steel trusses. Steel columns are provided along perimeter only.



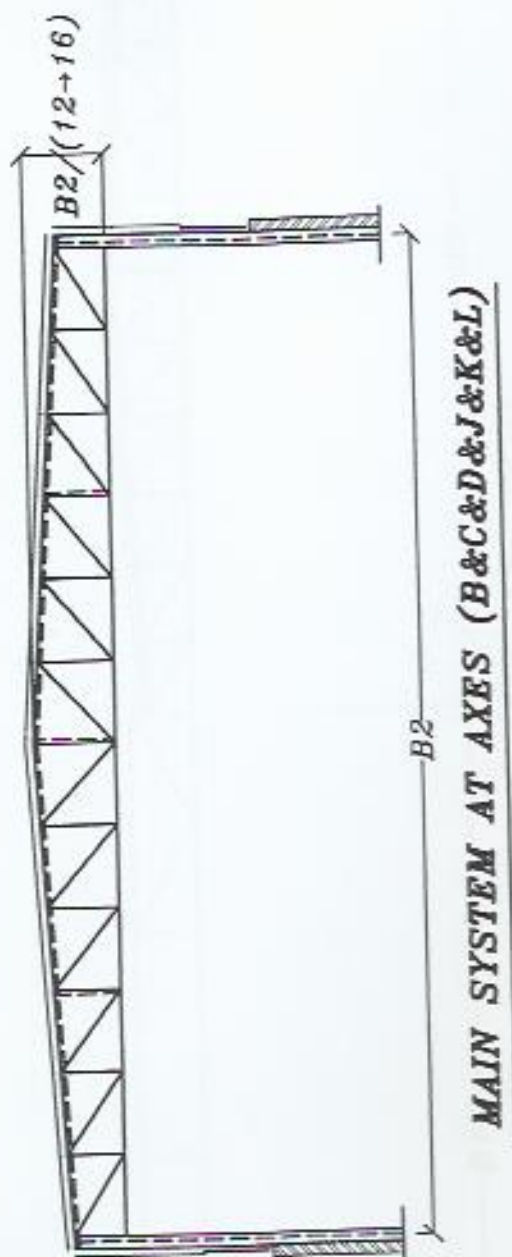
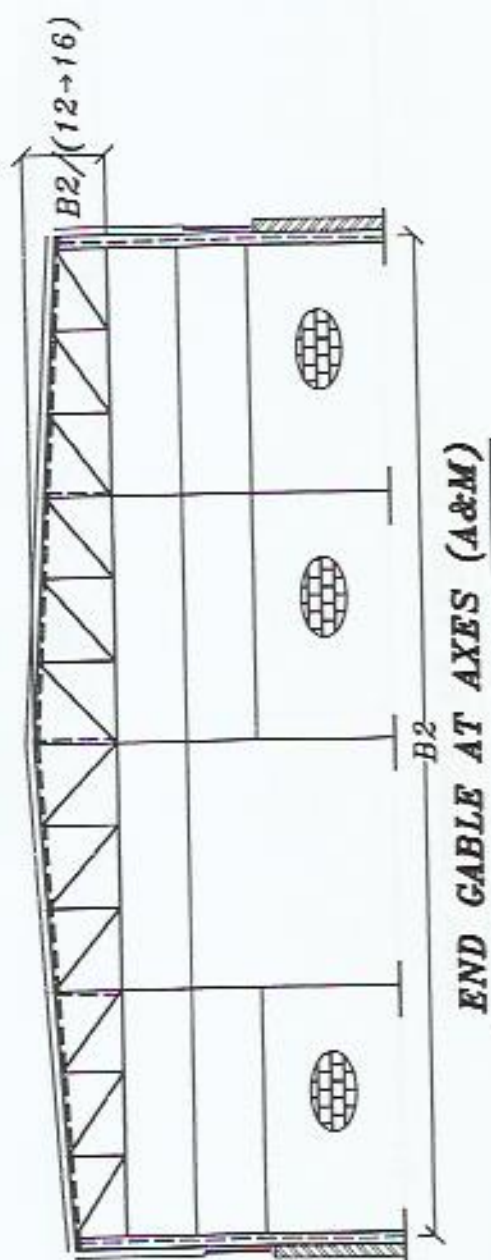


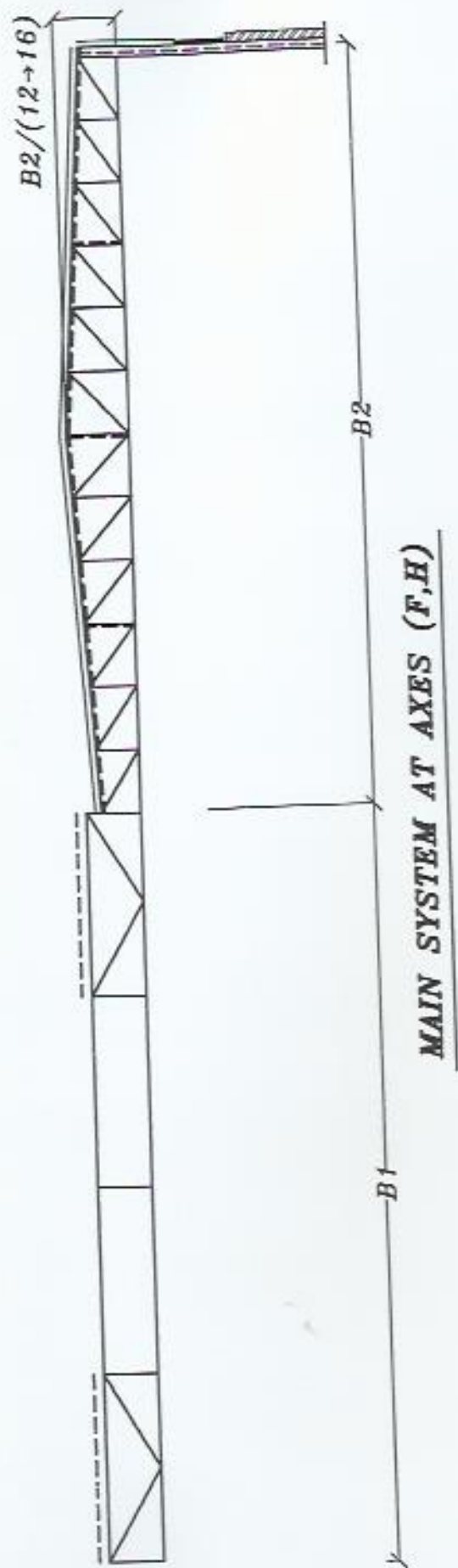
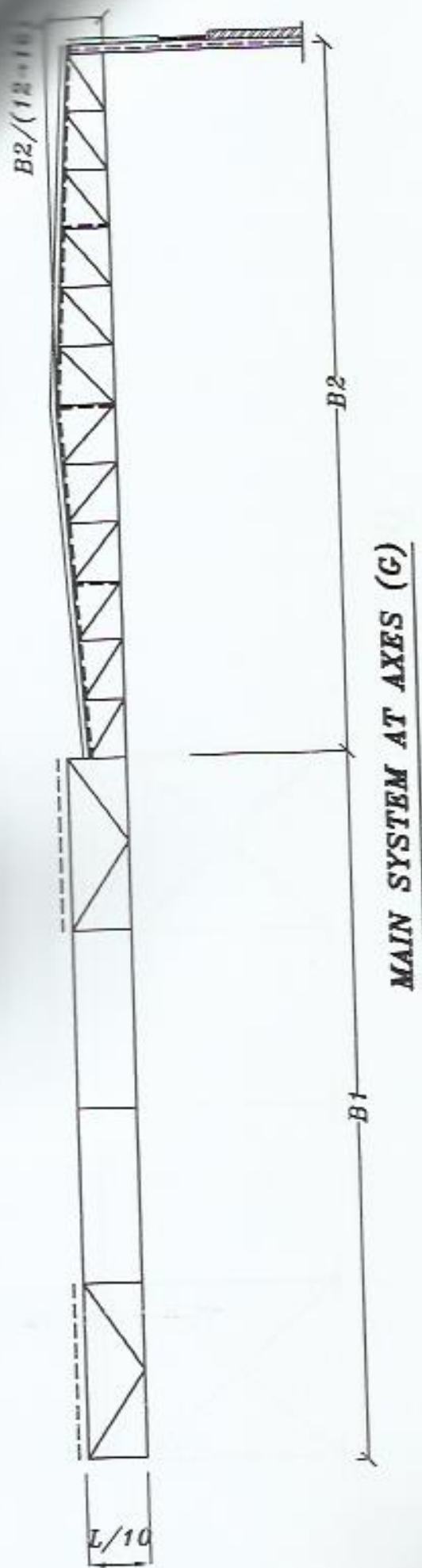


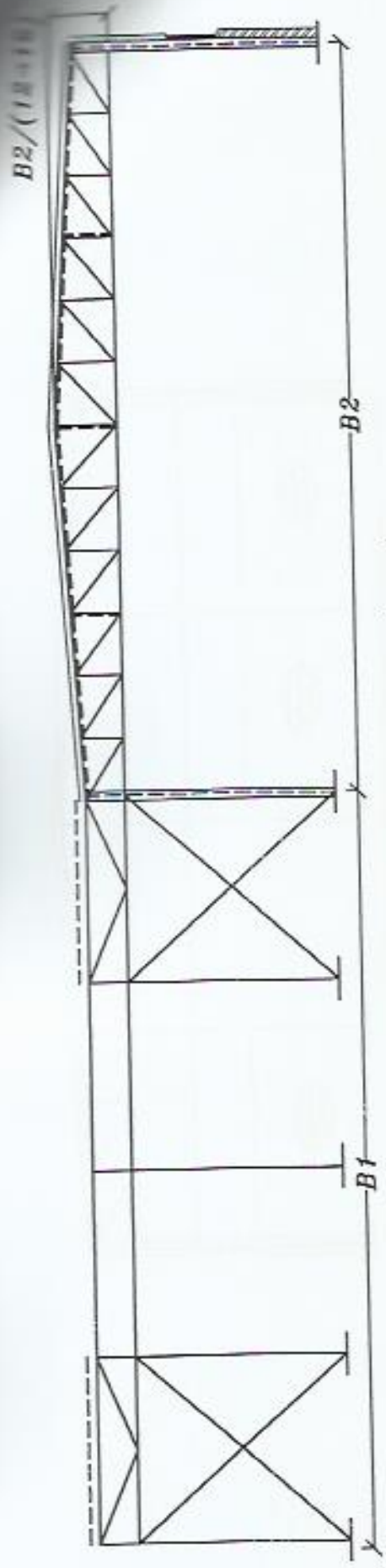


PLAN

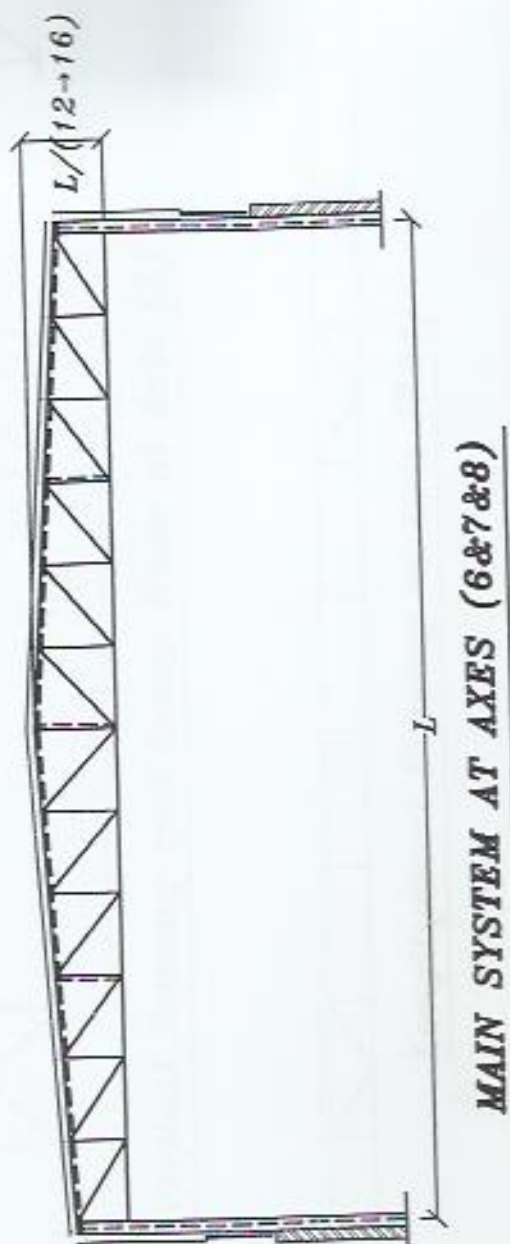
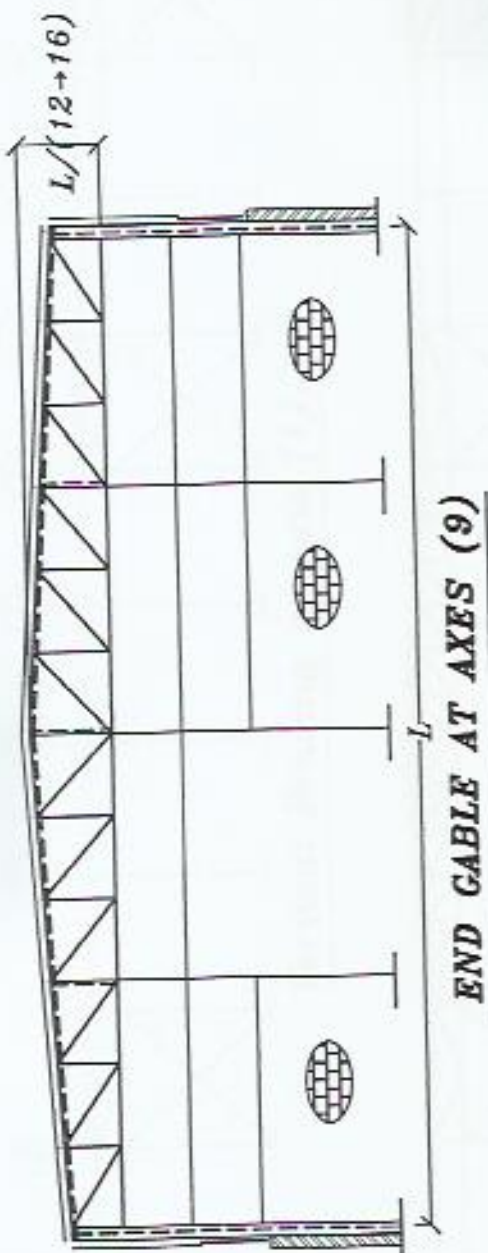
$$L < B_1$$

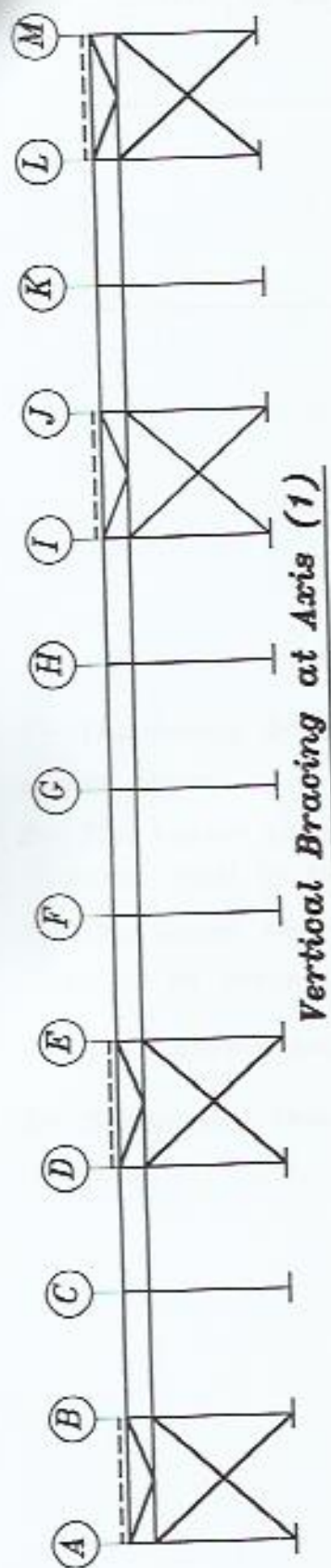






MAIN SYSTEM AT AXES (E&I)





Vertical Bracing at Axis (1)



Vertical Bracing and heavy truss at Axis (5)



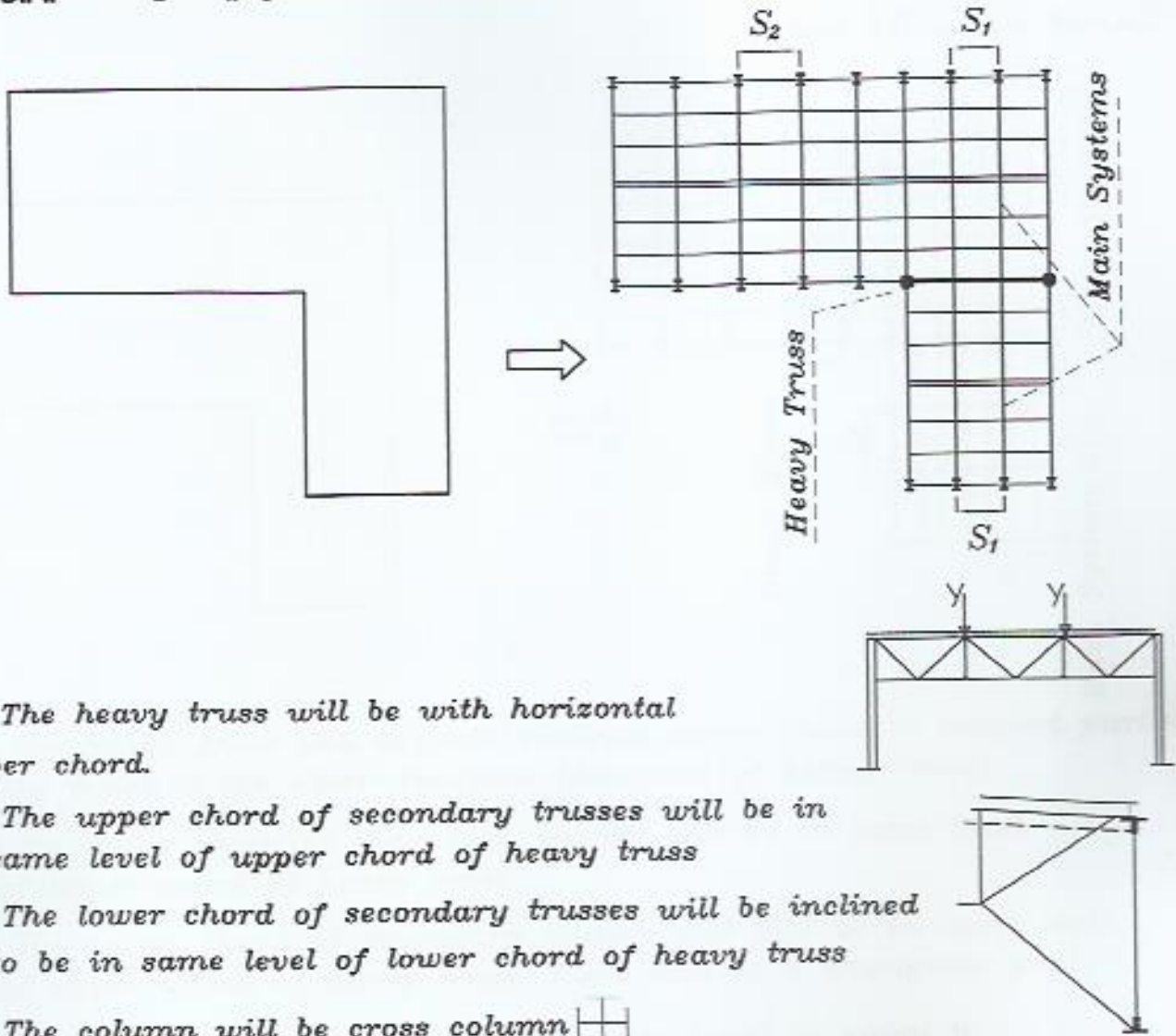
Longitudinal Bracing at Axis (2&4)




Longitudinal Bracing at Axis (3)

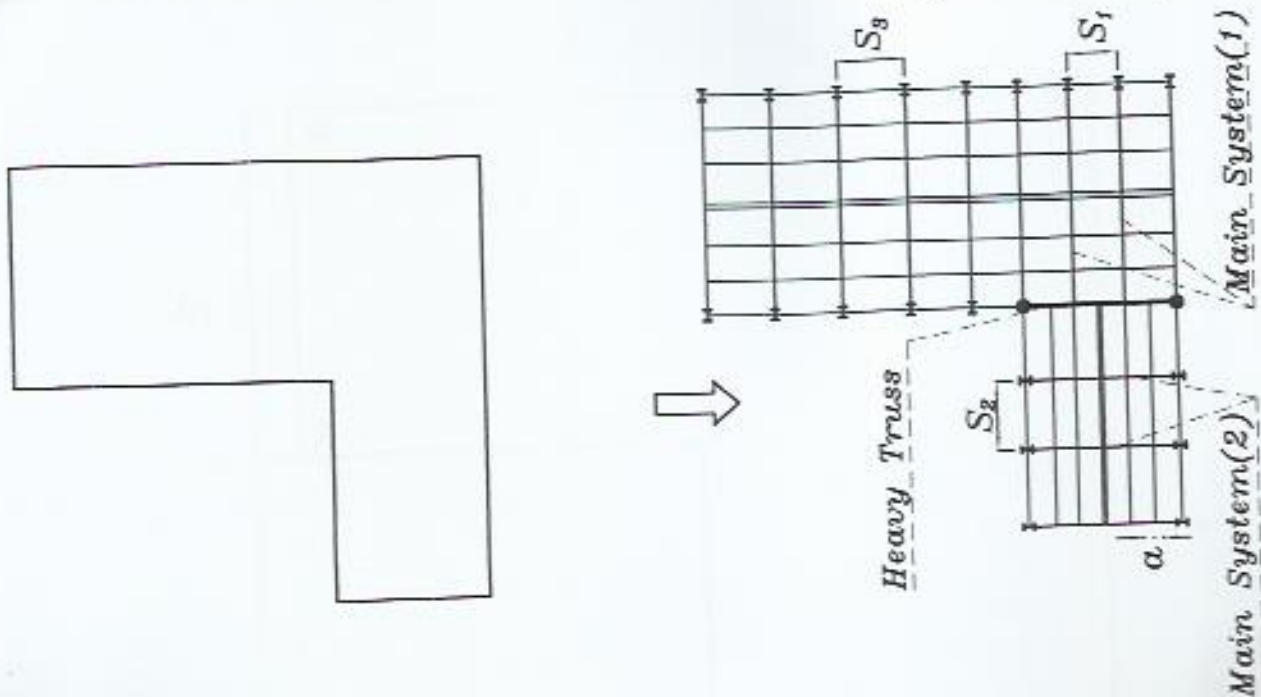
ملحوظات هامة

في حالة أن ال Trusses متشالة على ال heavy truss عمودية من الناحيتين .

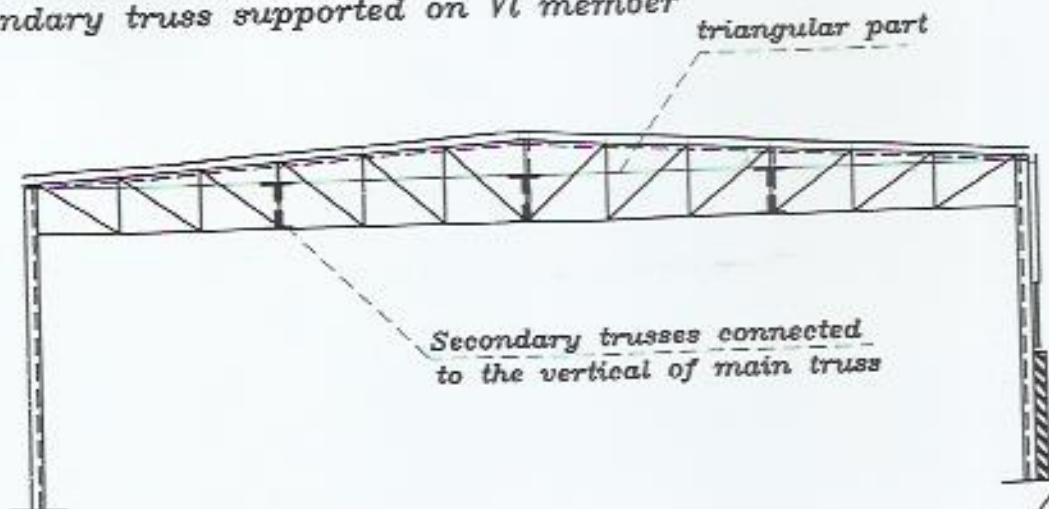


- 1- The heavy truss will be with horizontal upper chord.
- 2- The upper chord of secondary trusses will be in same level of upper chord of heavy truss
- 3- The lower chord of secondary trusses will be inclined to be in same level of lower chord of heavy truss
- 4- The column will be cross column 
- 5- Horizontal bracing must be added behind heavy truss.

في حالة ال *Trusses* المتشالة على ال *Heavy Truss* عمودية عليه من ناحية والناحية الاخرى *Trusses* موازية له و ليست متشالة عليه و لكن ال *Purlins* الخاصة بها متشالة عليه .



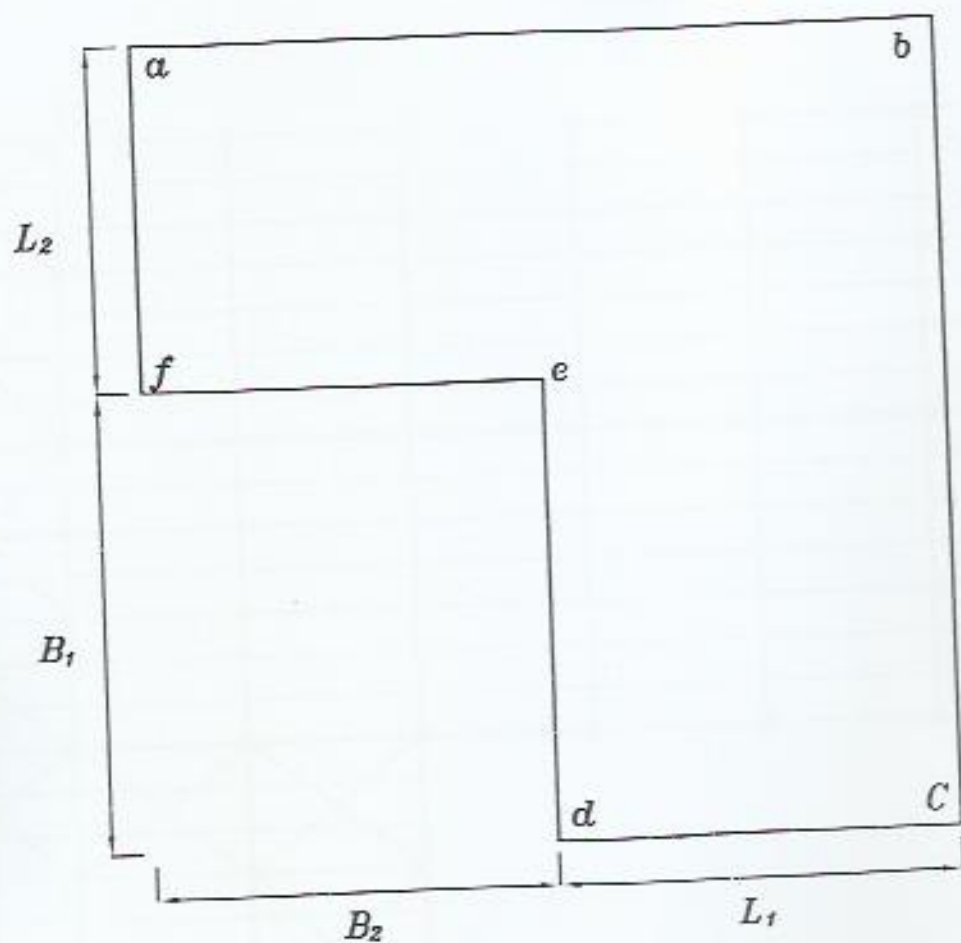
- 1- The heavy truss will be with inclined upper chord to support purlins of the truss in the other direction (direction of heavy truss)
- 2- The lower chord of secondary trusses will be in same level of lower chord of heavy truss
- 3- The upper chord of secondary trusses will NOT be in same level of upper chord of heavy truss. There will be a triangular part
- 4- The spacing between secondary trusses must be equal to $(n) \times$ spacing between purlins of heavy truss to ensure that the secondary truss supported on VI member

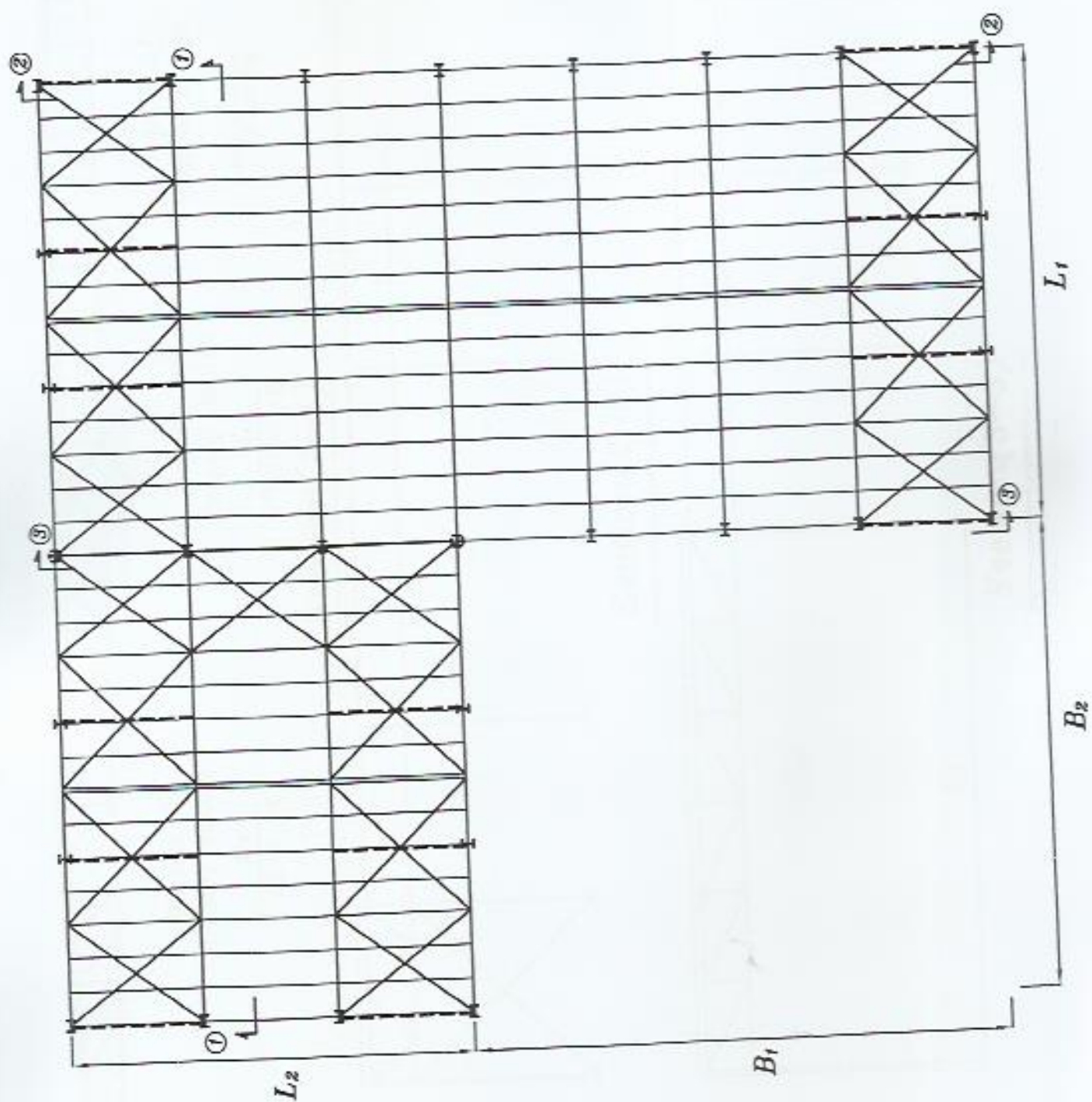


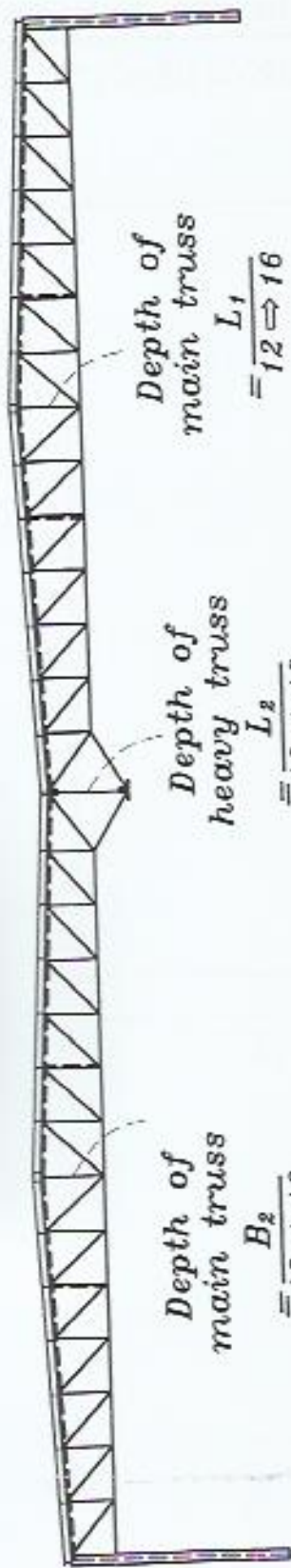
Example

Columns are allowed on (abcdef) only

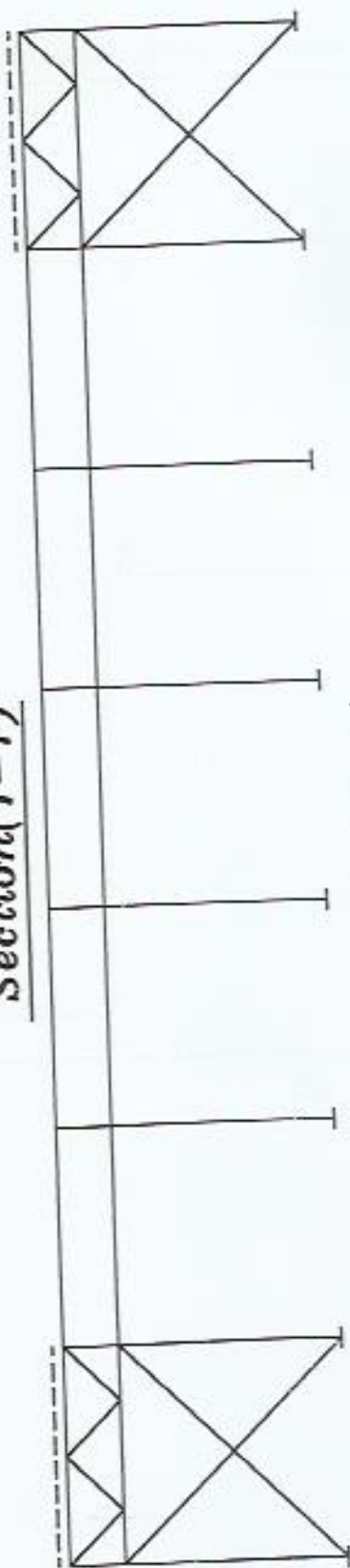
$$L_1 \text{ \& } L_2 = 20 \Rightarrow 30 \text{ m}$$



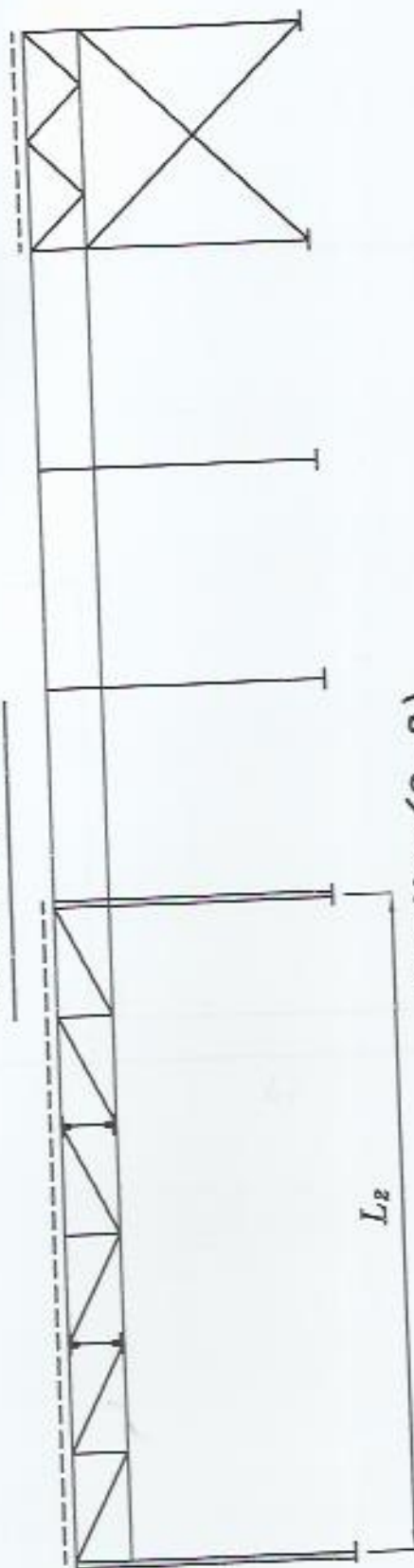




Section(1-1)



Section(2-2)

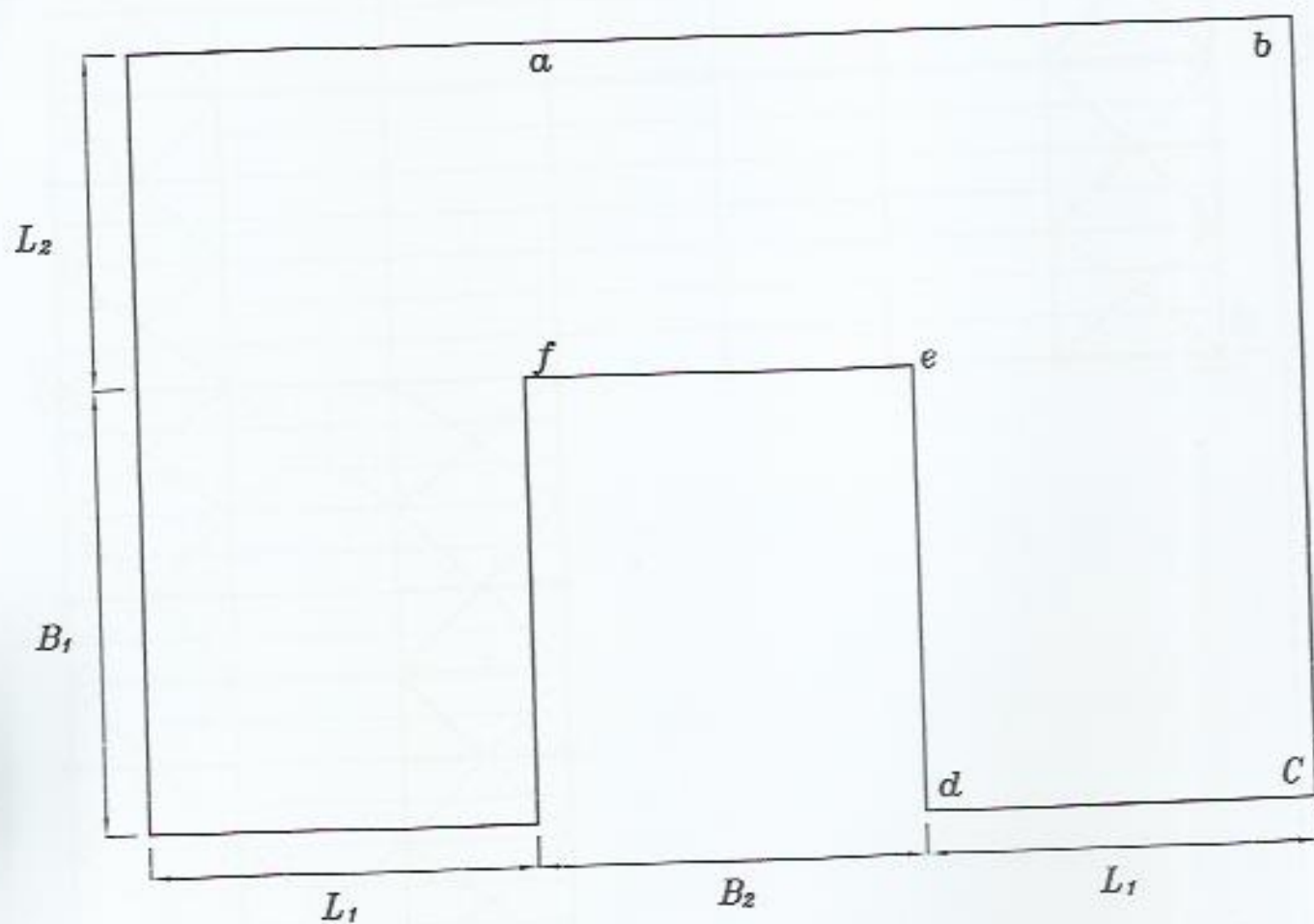


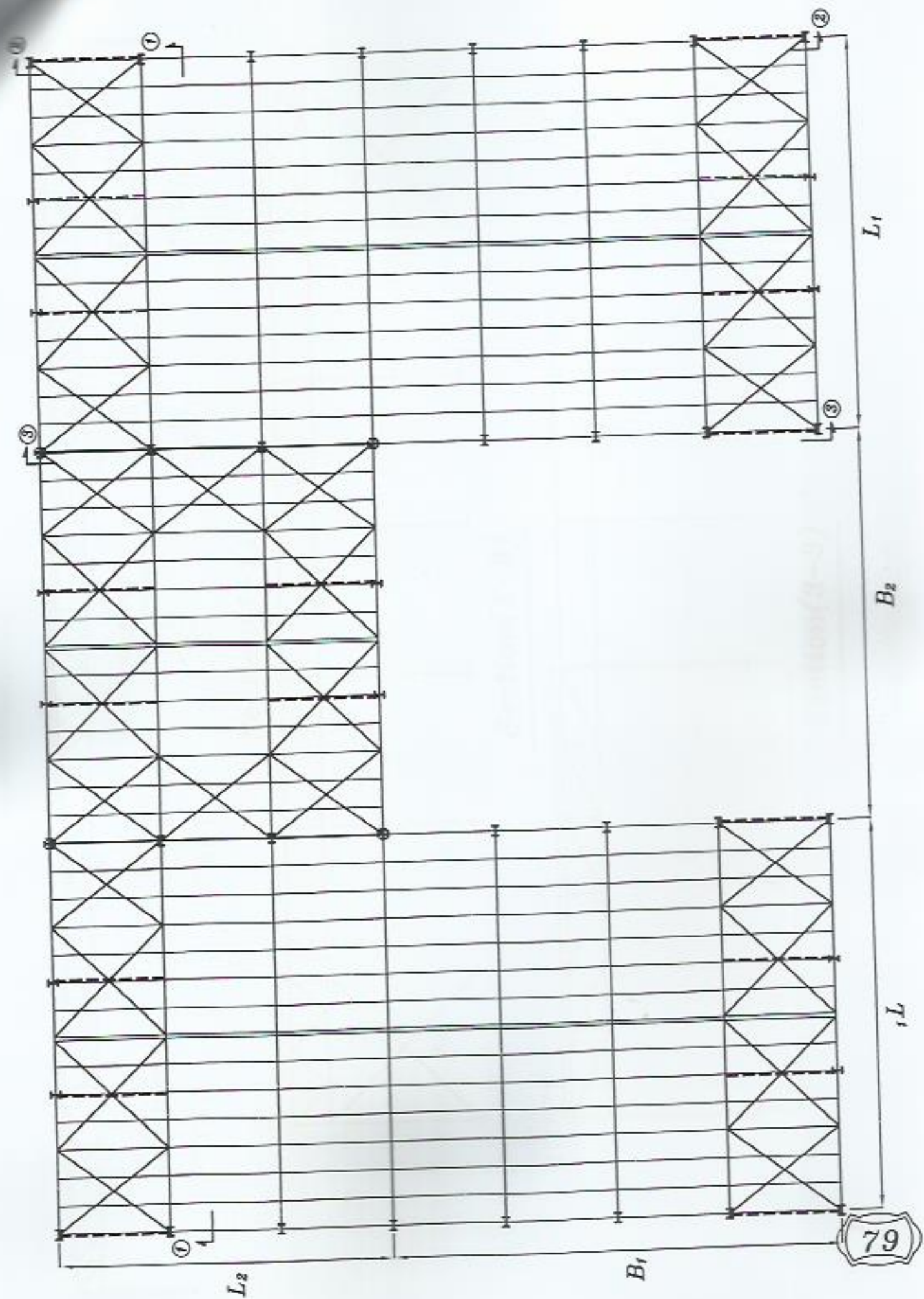
Section(3-3)

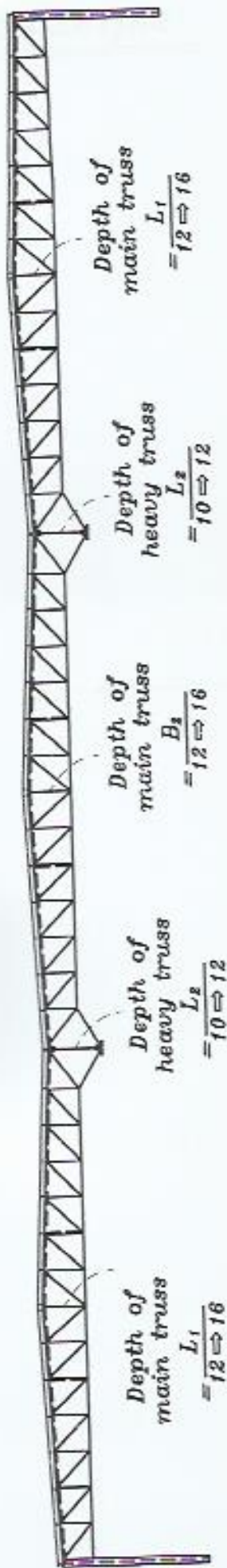
Example

Columns are allowed on solid lines only

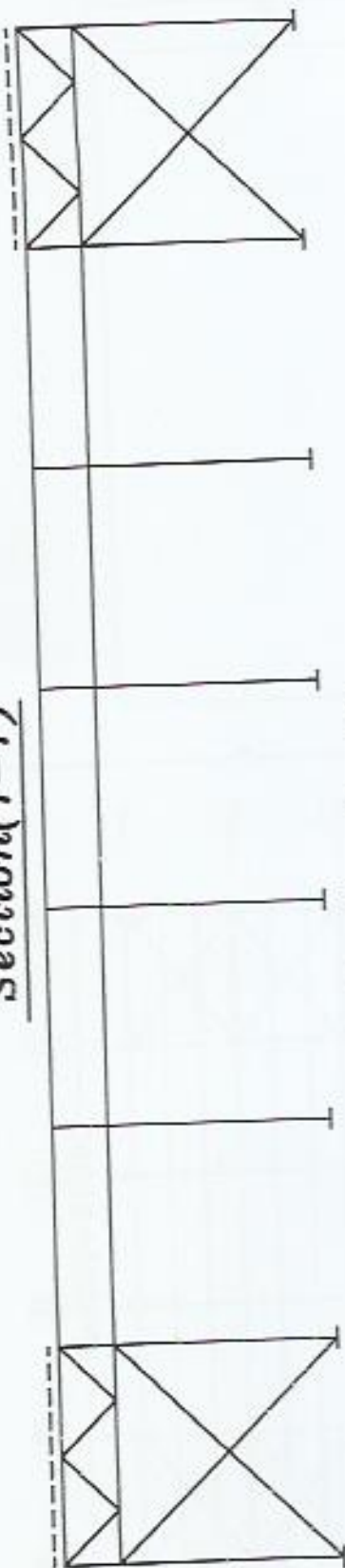
$$L_1 \text{ \& } L_2 = 20 \Rightarrow 30 \text{ m}$$



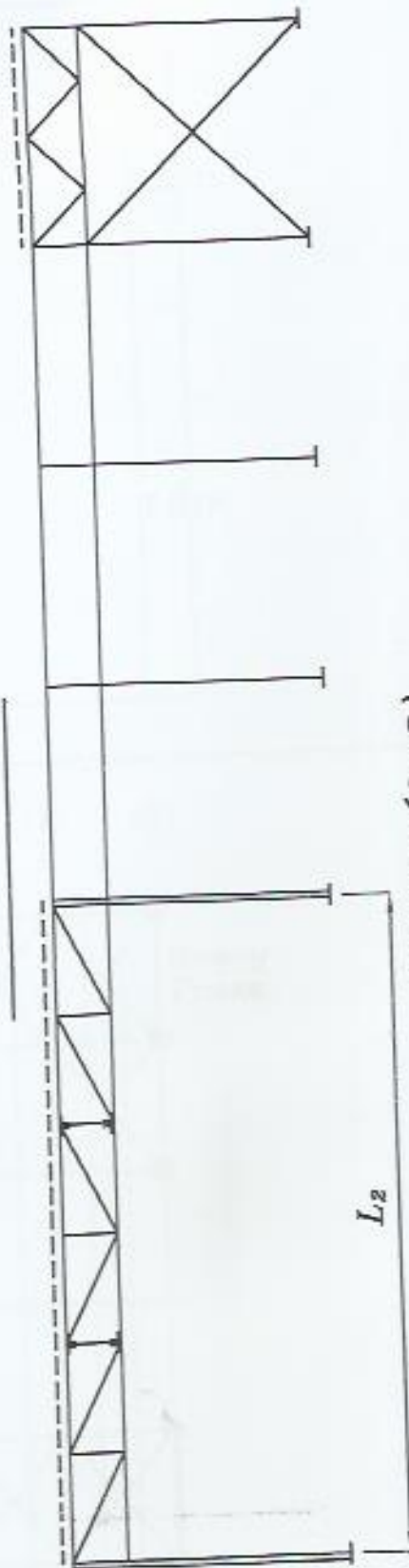




Section(1-1)

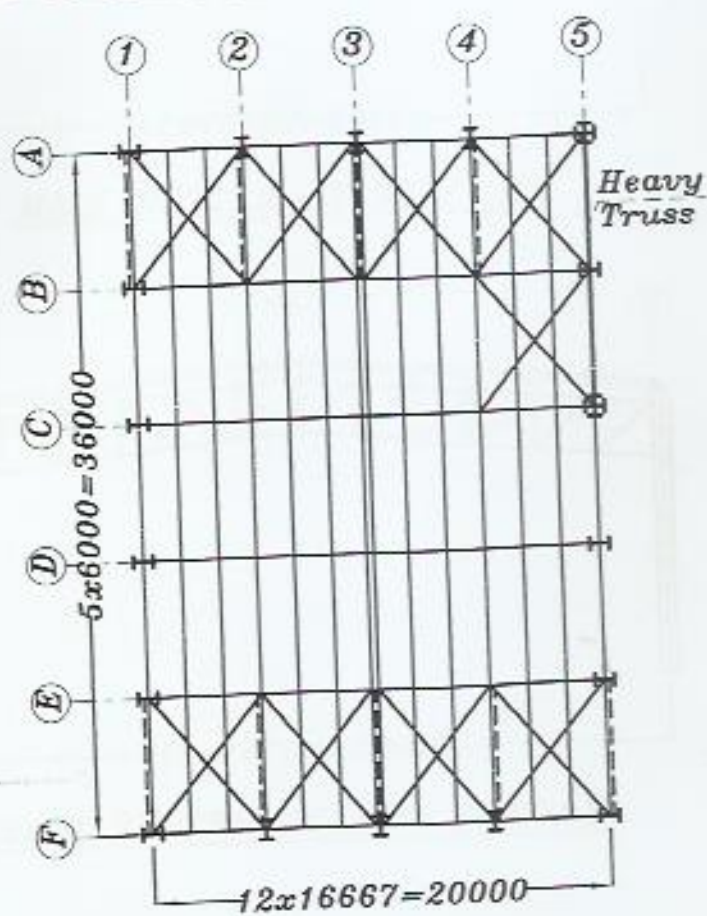
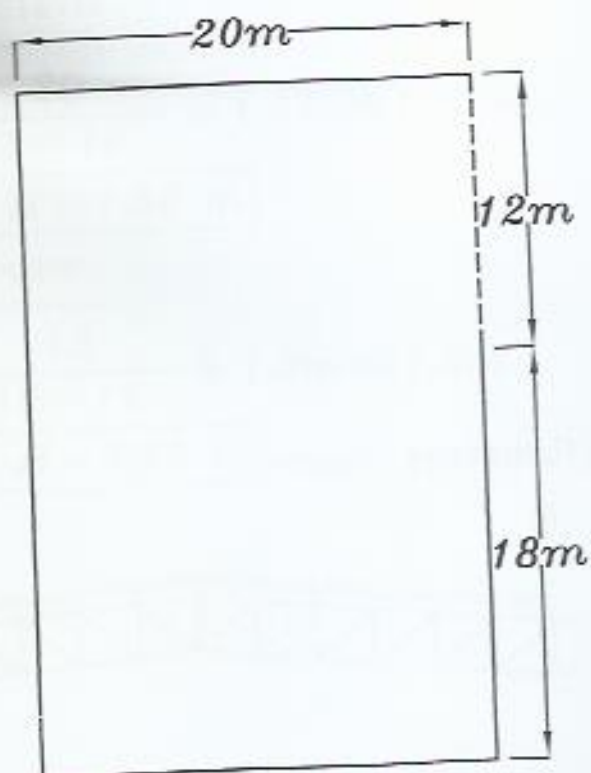


Section(2-2)



Section(3-3)

Example



Plan

For the main system

$$H = \frac{\text{Span (L)}}{12 \Rightarrow 16} = \frac{20}{12 \Rightarrow 16} = 1.67 \Rightarrow 1.25\text{m}$$

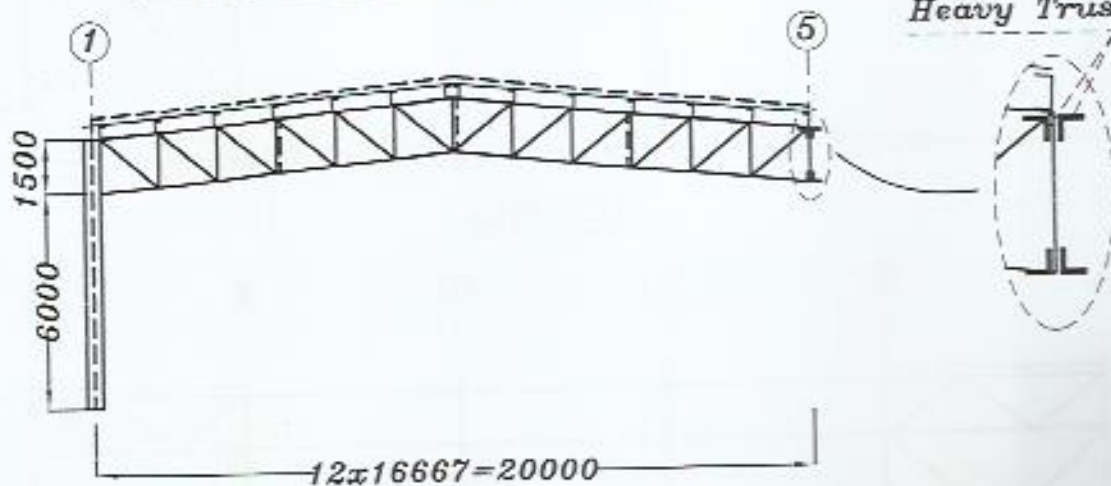
Take $H = 1.50\text{ m}$

For the heavy truss

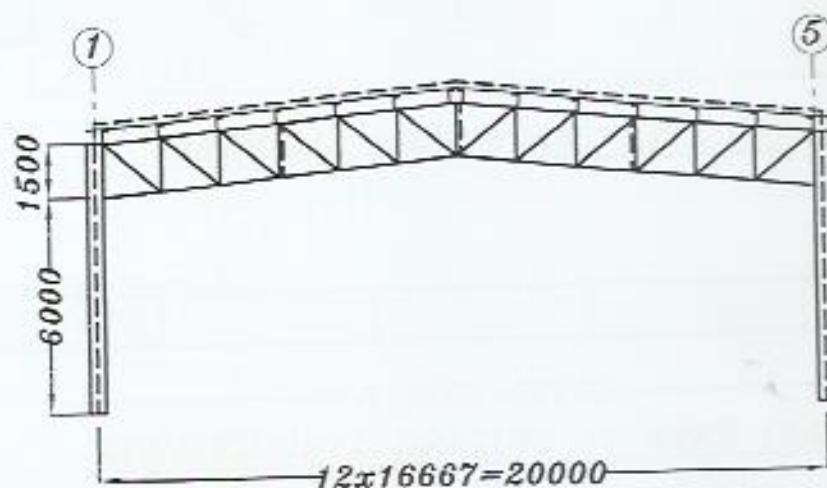
$$H = \frac{\text{Span (L)}}{10 \Rightarrow 12} = \frac{12}{10 \Rightarrow 12} = 1.0\text{m} \Rightarrow 1.2\text{m}$$

Take $H = 1.50\text{ m}$ حتى لا يكون أقل من النظام الرئيسي

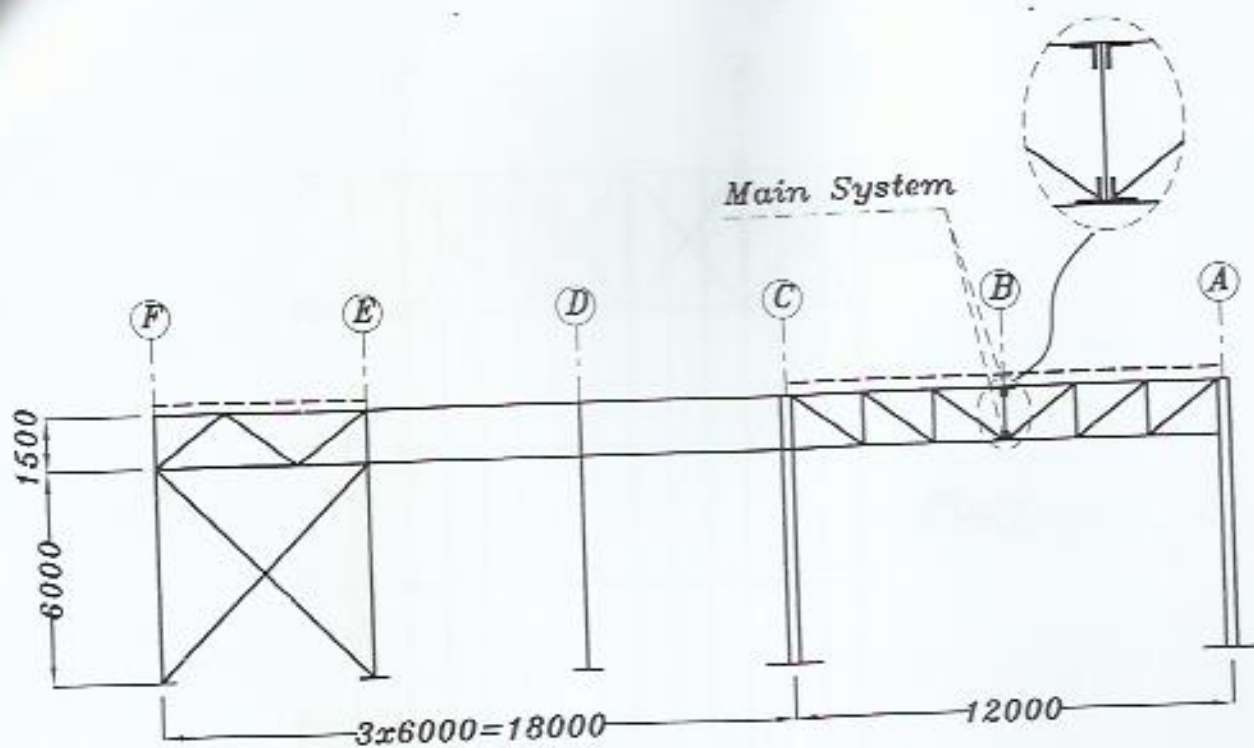
Heavy Truss



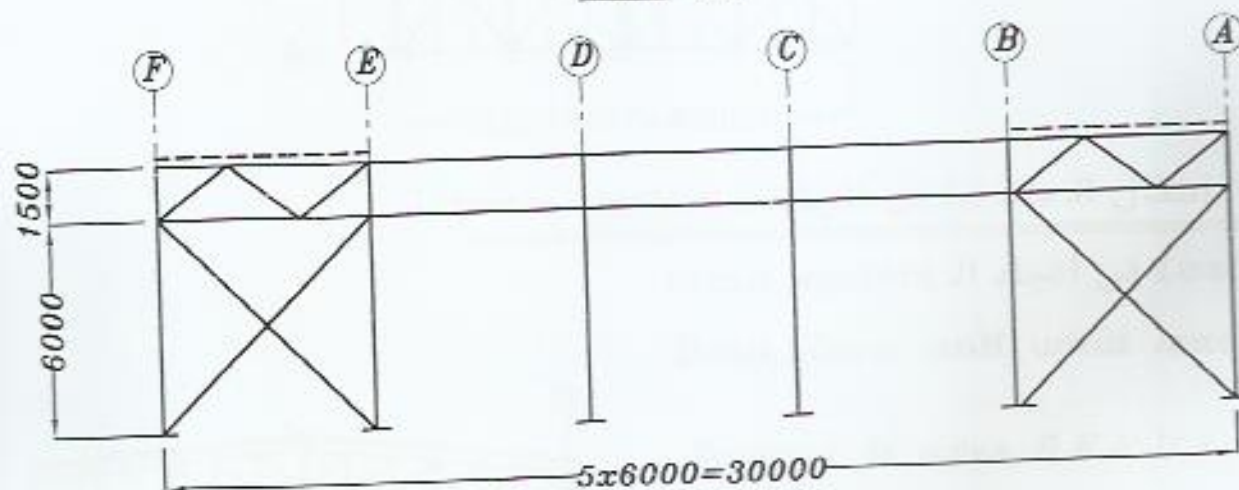
MAIN SYSTEM AT AXIS (B)



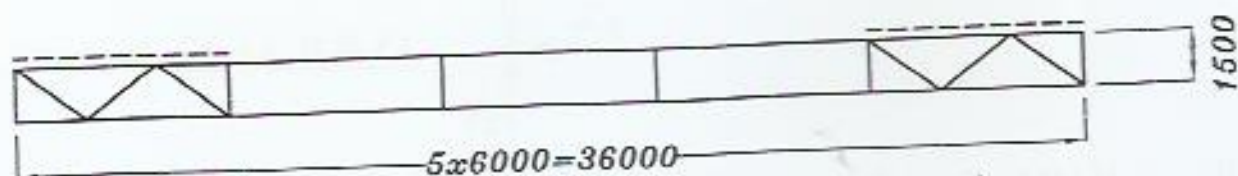
MAIN SYSTEM AT AXIS (C&D&E)



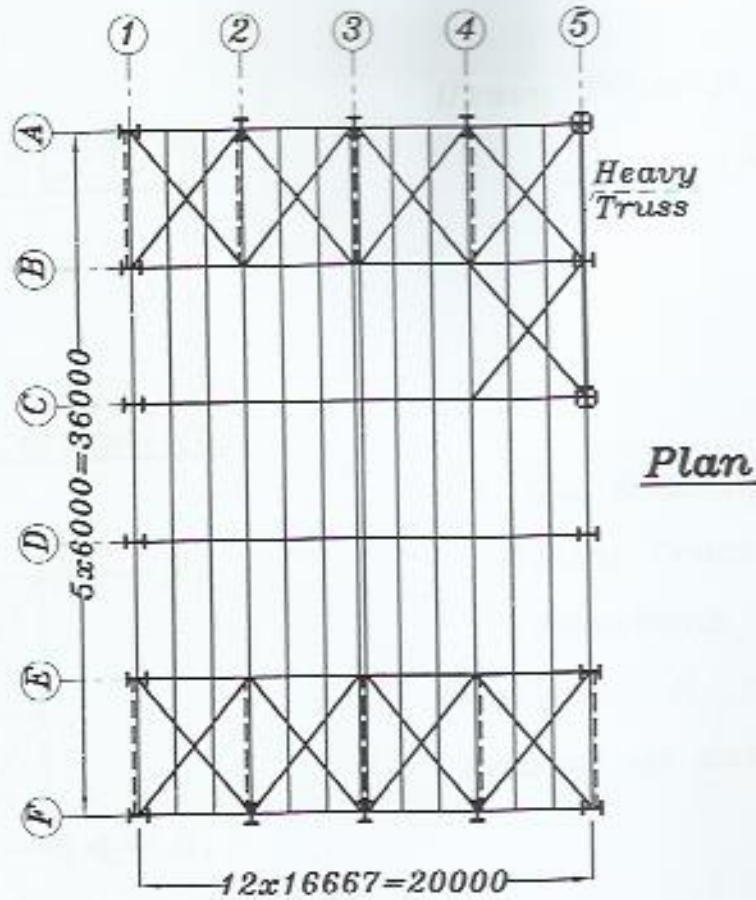
AXIS (5)



VERTICAL BRACING AT AXIS (1)



LONGITUDINAL BRACING AT AXES (2&3&4)



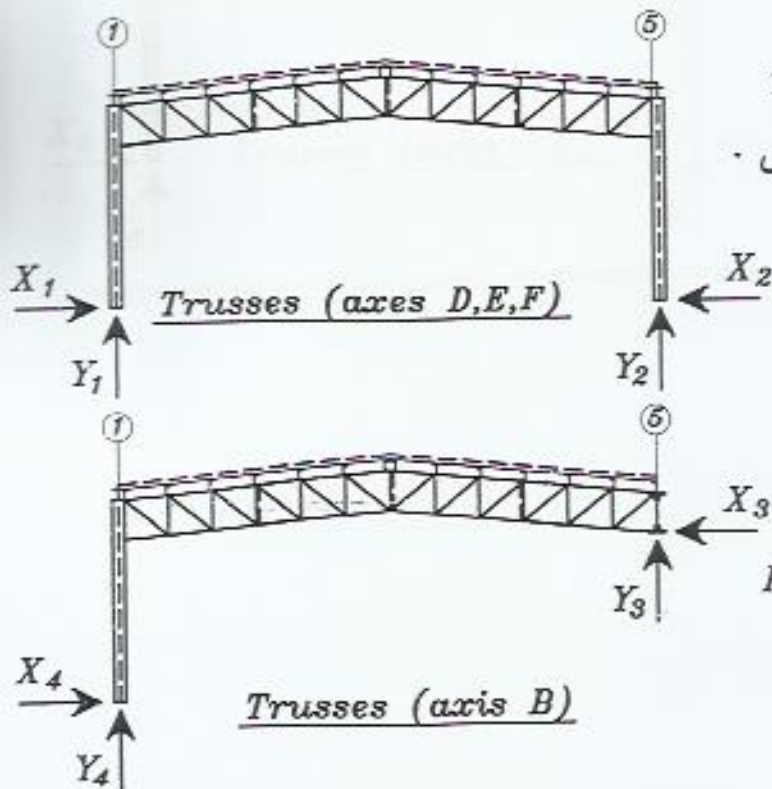
أولاً : انتقال الـ Loads في اتجاه الـ main system

الـ Loads في اتجاه الـ main system

هي Dead, Live, and wind load

بالنسبة للـ axes D, E, F

تنتقل الـ احمال مباشرة منهم الى الارض .



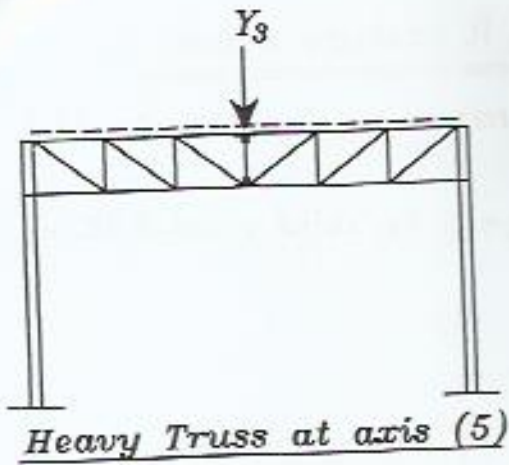
بالنسبة للـ Truss at axis (B)

تنتقل الـ X_4 & Y_4 الى الارض مباشرة

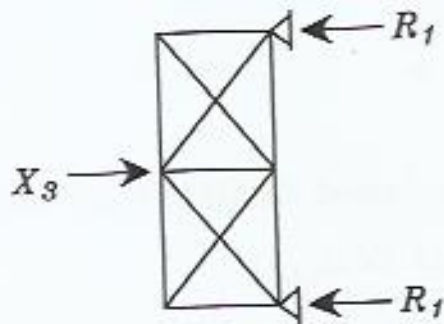
أما الـ Y_3 تنتقل الى الـ Heavy Truss

و الـ X_3 تنتقل الى الـ Hz. Bracing

الموجود خلف الـ Heavy Truss .

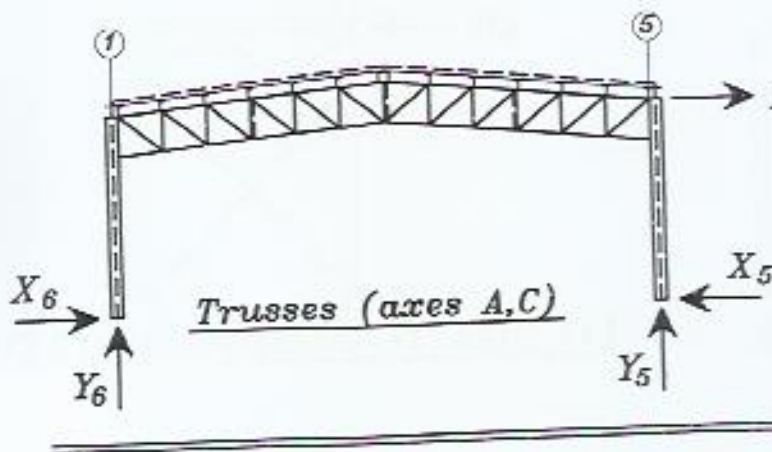


ال Y_3 تنتقل من ال *Heavy Truss* مباشرة الى الارض .



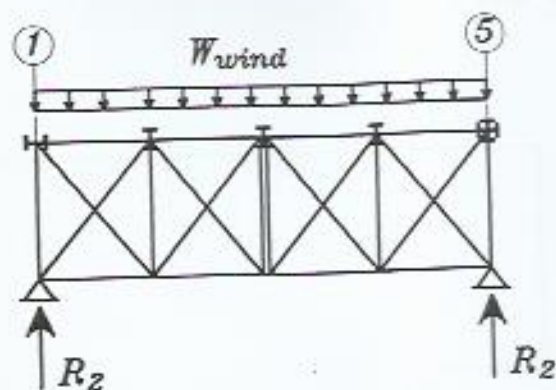
ال X_3 تنتقل ال *H.z. Bracing* الموجود خلف ال *Heavy Truss* و تسبب به *Reactions R_1* حيث تنتقل هذه ال *Reactions R_1* الى ال *Trusses at axes (A&C)*

H.z. Bracing between axes (A&C)

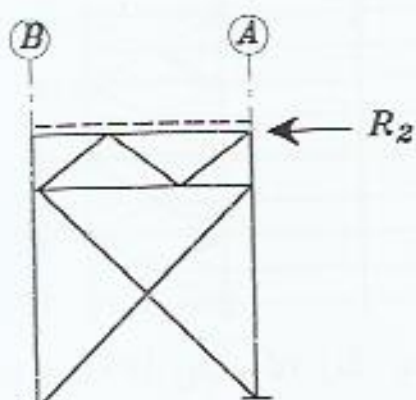


ال *Trusses at axes (A&C)* تنقل ال R_1 مع الاحمال المؤثرة عليها الى الارض مباشرة

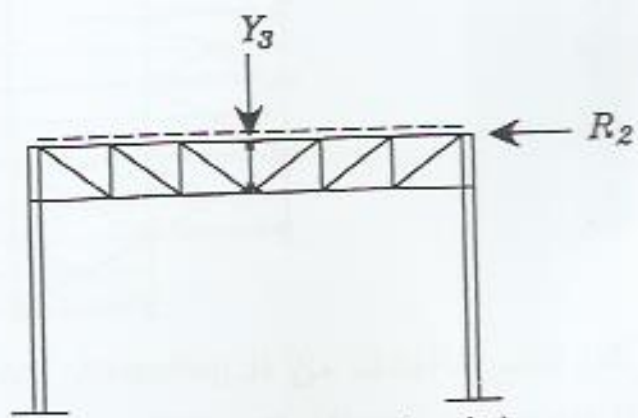
ثانيا : انتقال ال *Loads* فى الاتجاه العمودى على ال *main system*
 ال *Loads* فى الاتجاه العمودى على ال *main system* هى *wind load* فقط
 تنتقل ال *Wind Loads* الى ال *Hz. Bracing* الموجود فى بداية و نهاية الارض



ثم ينتقل ال *Reaction R_2* الى ال *Vertical bracing at axis (1)* من ناحية
 و الى ال *Heavy Truss at axis (5)* من الناحية الاخرى .



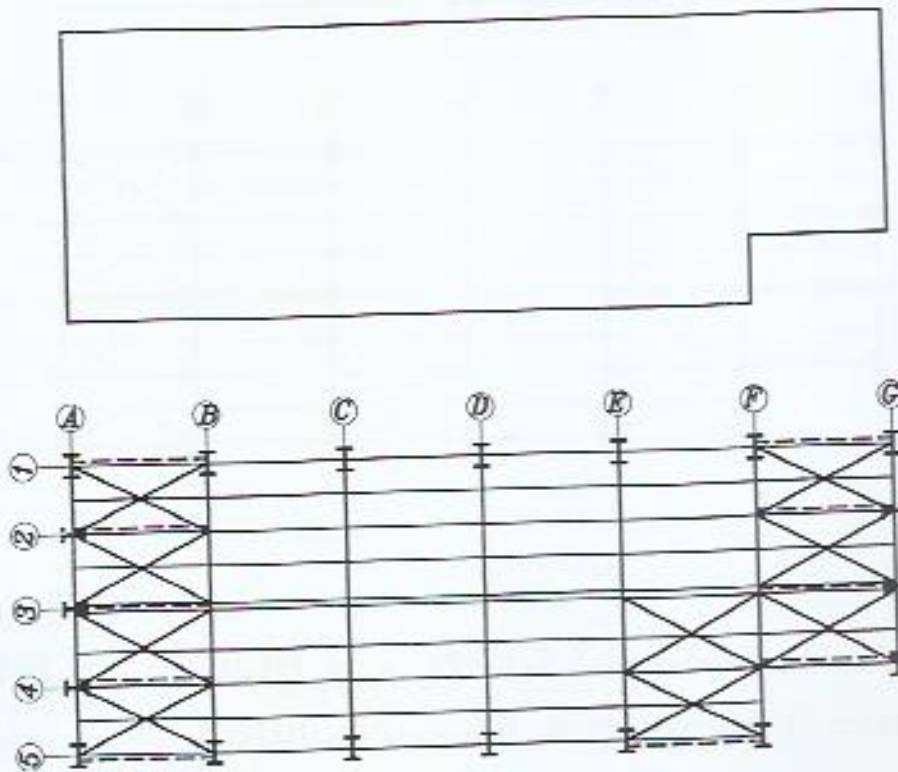
VERTICAL BRACING AT AXIS (1)



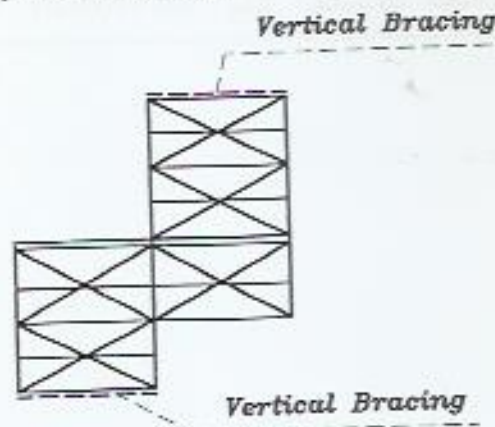
Heavy Truss at axis (5)

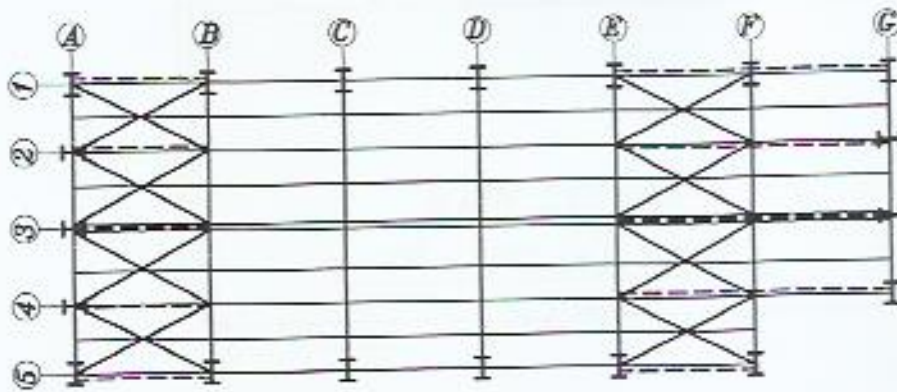
من الممكن عدم عمل *Horizontal Bracing* في أول باكية في حالة وجود ما يعوق هذا مثل عدم اكتمال أول باكية و في هذه الحالة يوجد حلان للتغلب على هذه المشكلة و هما :

الحل الاول



كما نعلم فالهدف من الـ *Horizontal Bracing* هو نقل الاحمال الافقية الى الـ *Vertical Bracing* و لذلك نقوم بربط الـ *Hr. Bracing* في أول باكيتين كما هو موضح لنقل الاحمال الى الـ *Vertical Bracing* الموجود في اول باكية في احد الجانبين و في الباكية الاخرى في الجانب الاخر .

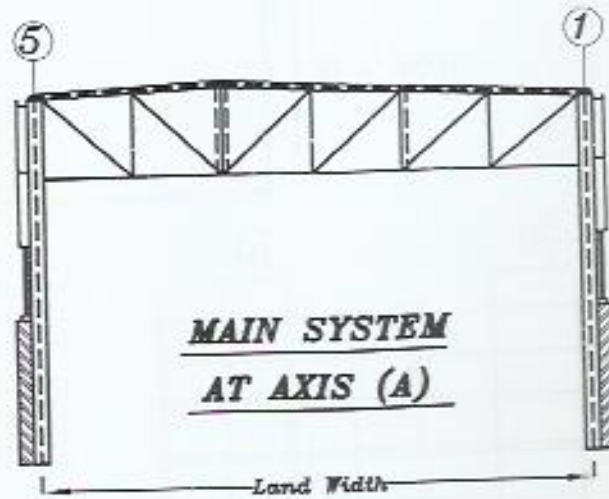
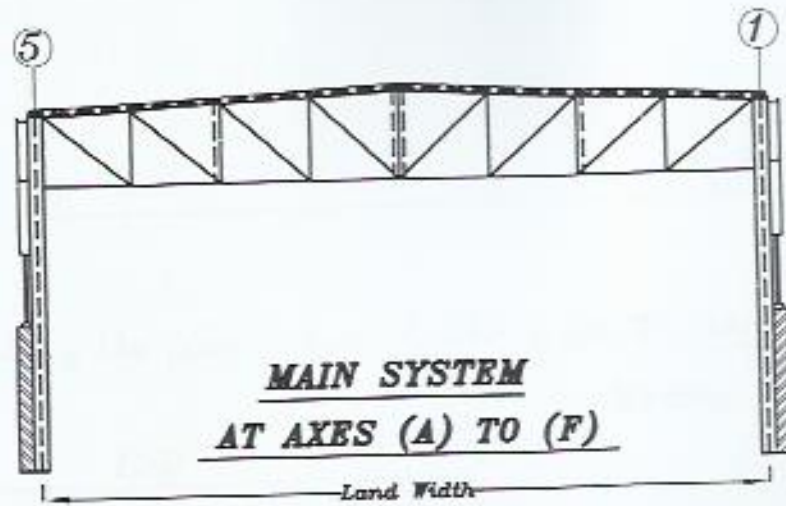




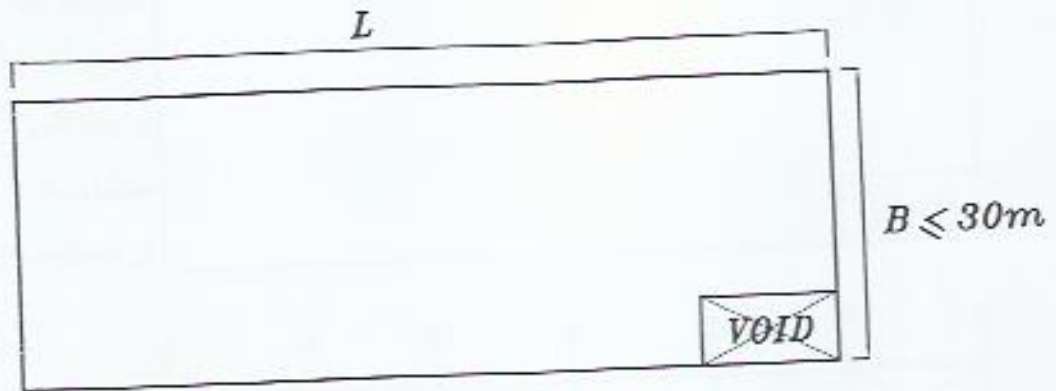
نقوم بوضع *Longitudinal Bracing* أمام كل عمود لتأخذ الاحمال الافقية و توصلها الى ال *Horizontal Bracing* الموجود في الباكية الثانية و منها الى ال *Vertical Bracing* الموجود في الباكية الثانية .

وفي حالة عدم وضع *Longitudinal Bracing* أمام كل عمود فان الذي يقوم بوظيفتها هي ال *Purlins* و لكن في هذه الحالة لا نصمم ال *Purlins* على *moment* فقط و انما نصممها على *normal force & moment* .

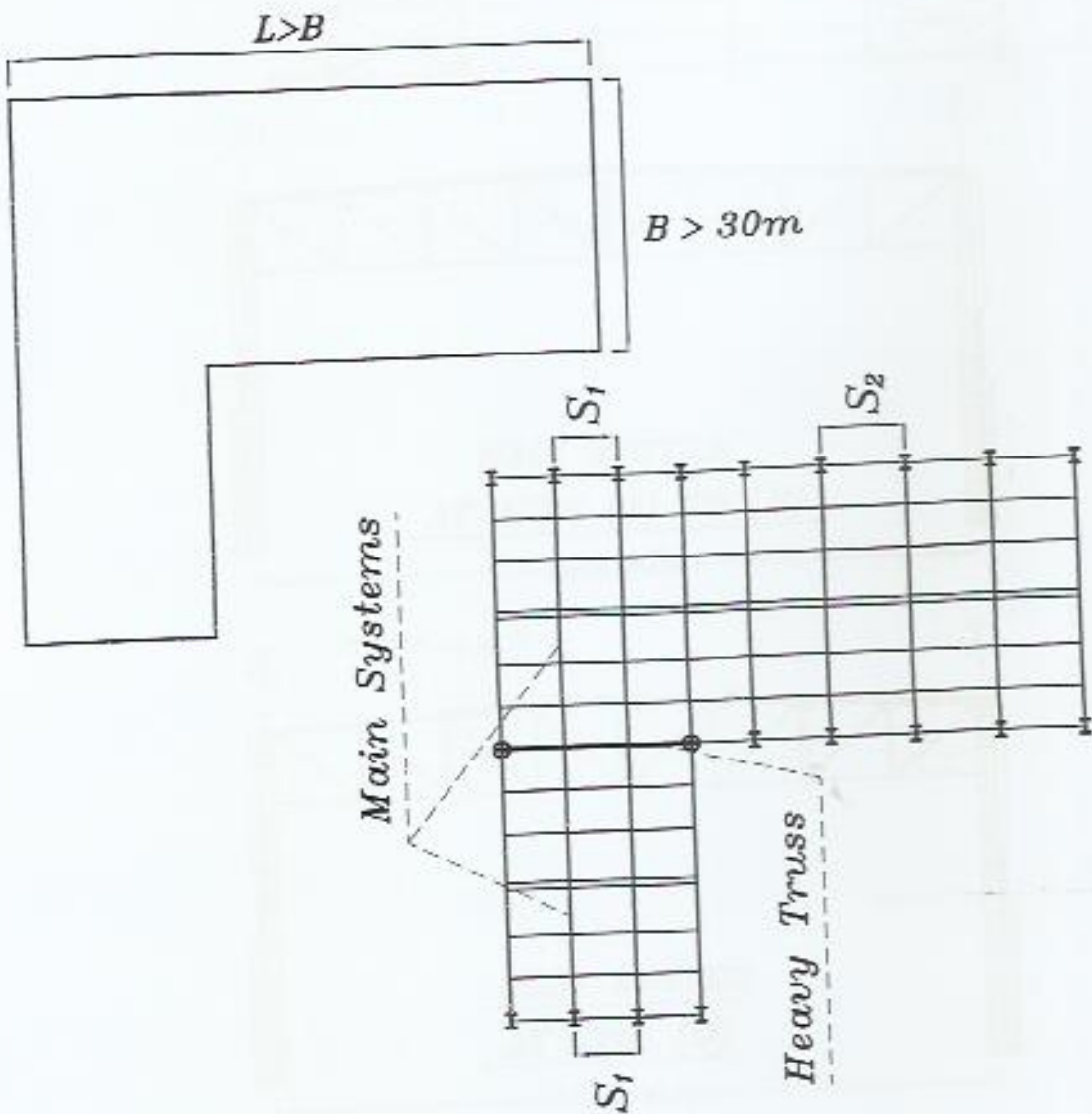
يجب الملاحظة ان وجود فاتحه فى هذا الجزء من الارض ادى الى عدم انتظام
شكل ال *Main system* فى كل المحاور



فى حالة وجود فتحة صغيرة فى الارض كما فى الحل السابق فاننا نضع Truss فى الاتجاه القصير للارض و نتعامل مع الفتحة كما سبق .

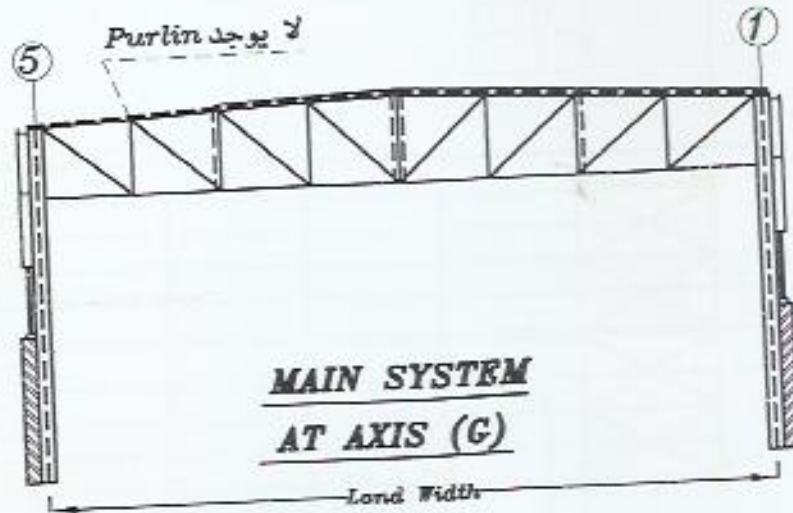
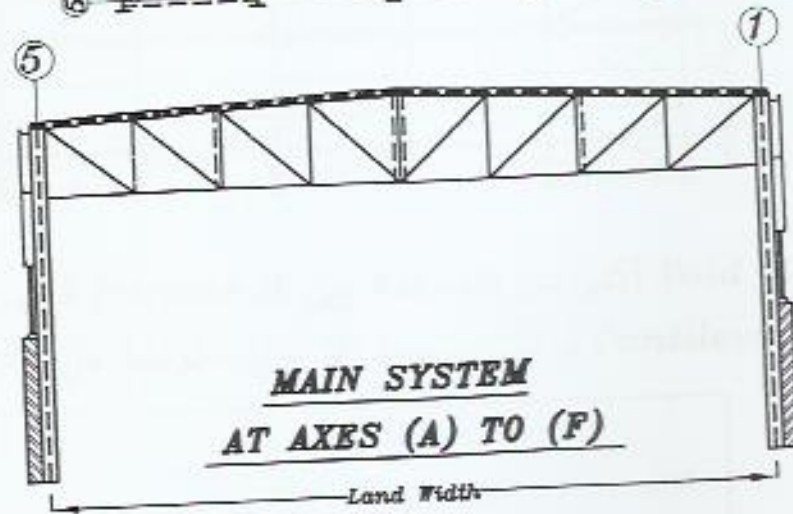
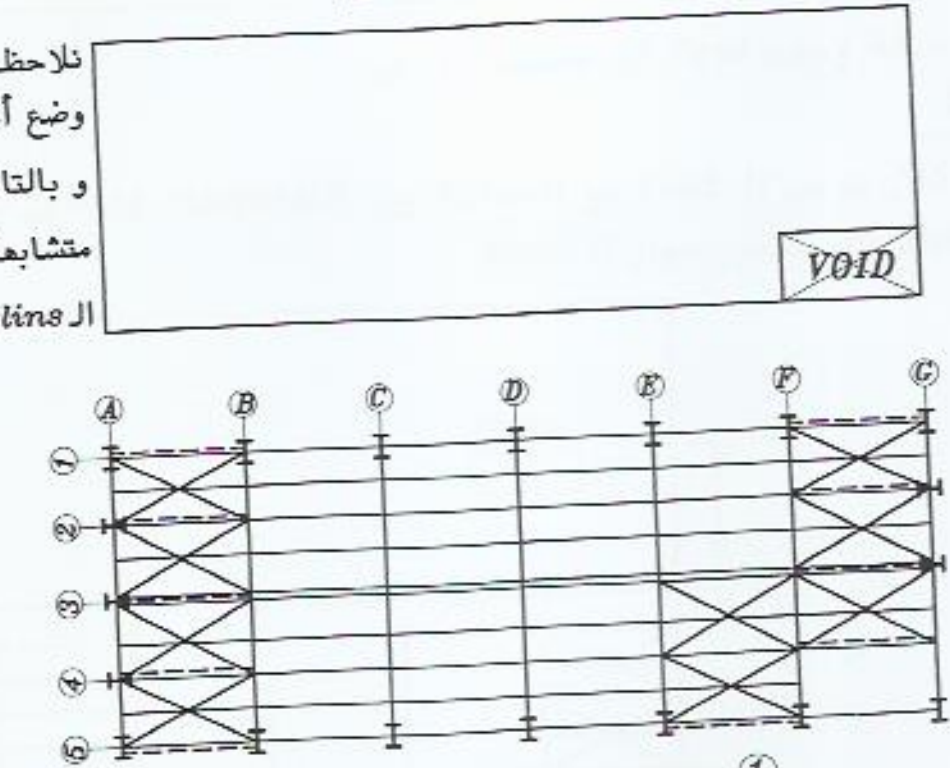


و لكن اذا كانت ابعاد الارض و الفتحة كبيرة لا يمكن هذا و بالتالى نلجأ الى حل ال Heavy Truss .



مدخنة
Chimney or void وجود في حالة

نلاحظ هنا أنه من المسموح
وضع أعمدة حتى نهاية الأرض
و بالتالي تكون كل ال Trusses
متشابهة و لكن لا تكمل
ال Purlins في منطقة ال Void

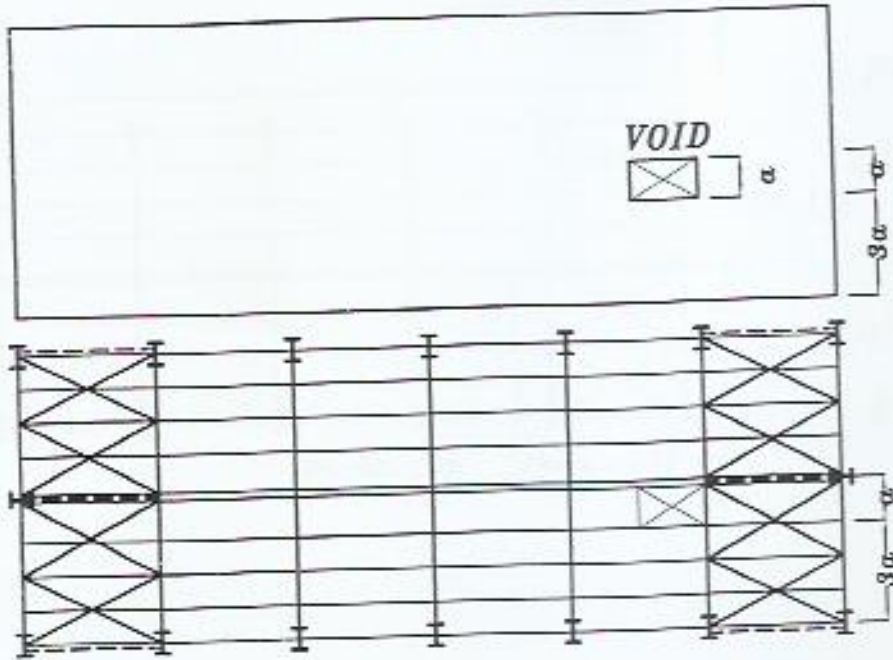


8

Voids at the middle of land

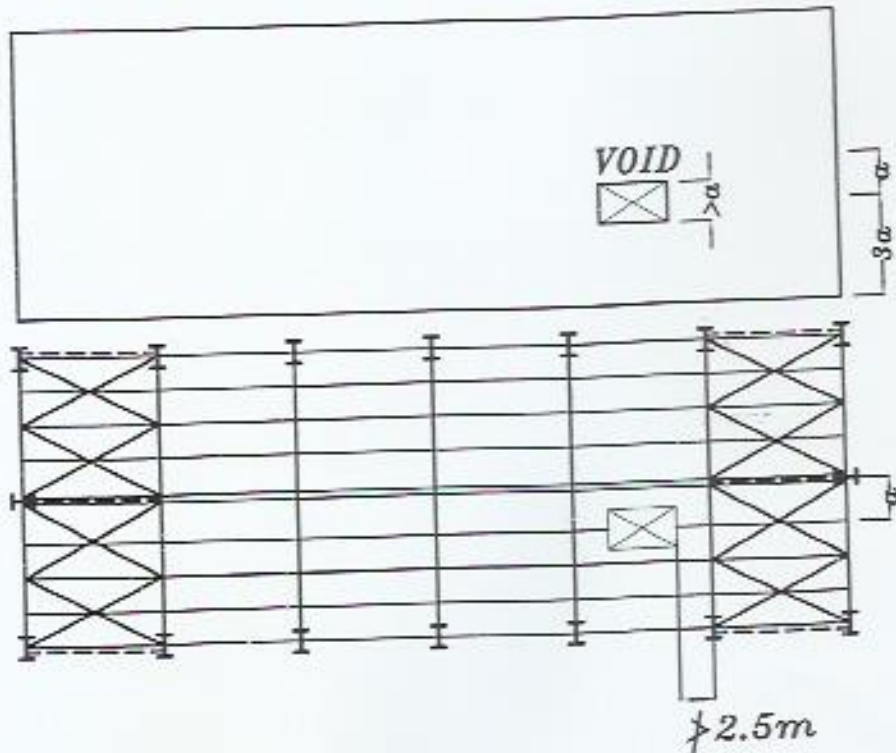
في حالة وجود Void في منتصف الأرض .
أولا

إذا كان عرض ال Void هو المسافة بين ال Purlins فانه لن تكون مشكلة لان ال Purlins ستمر بجوار ال Void

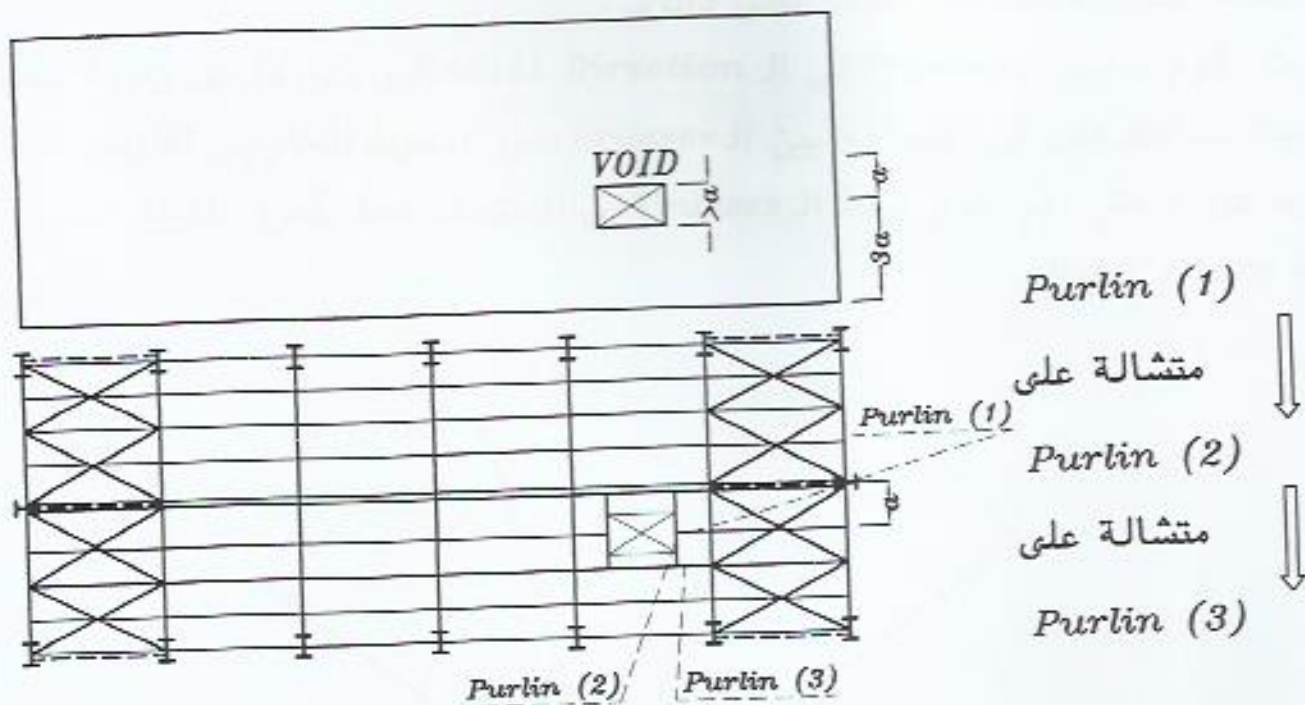


ثانيا

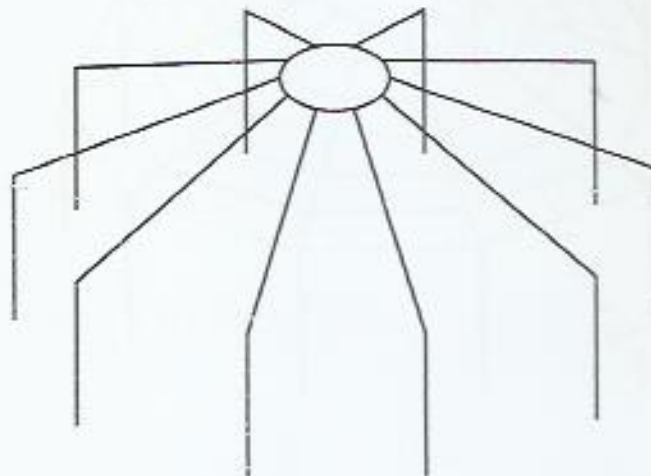
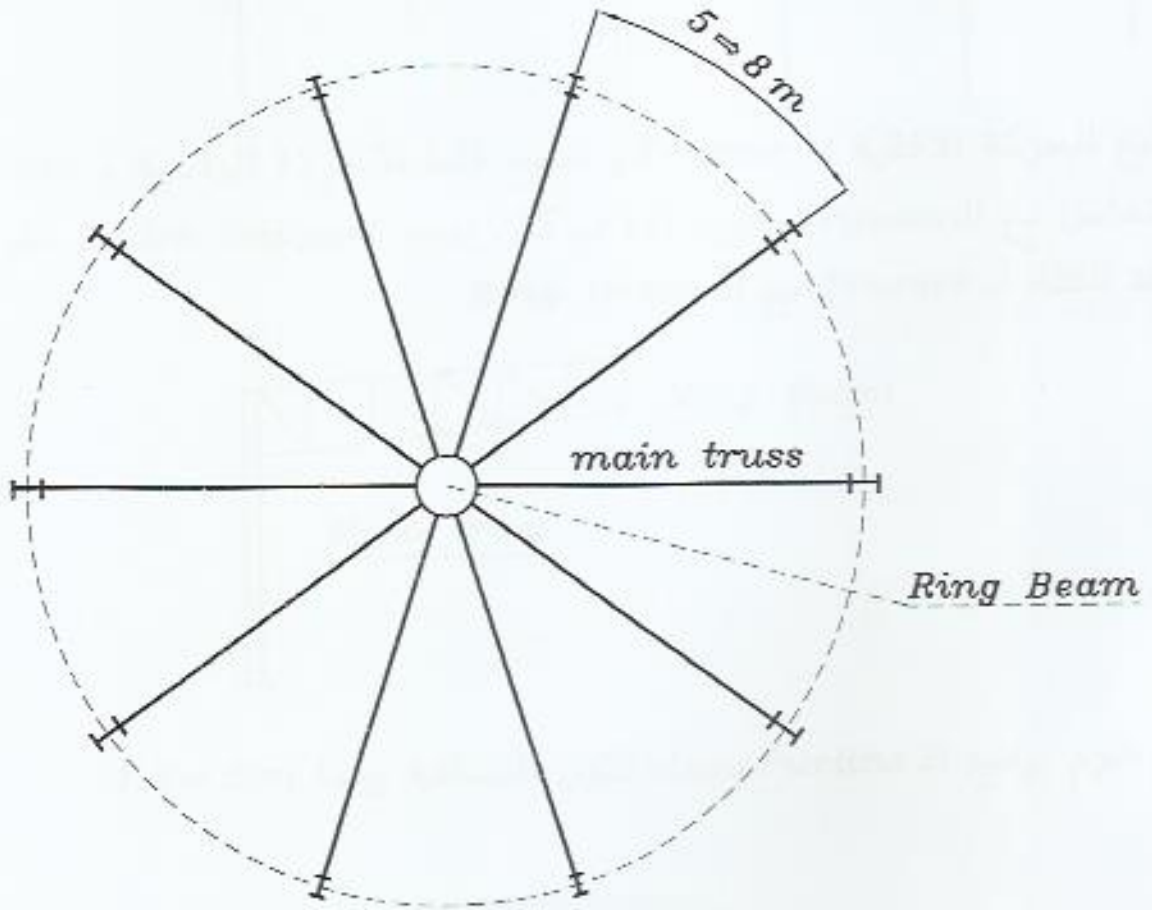
إذا كان عرض ال Void أكبر من المسافة بين ال Purlins فنمذ ال Purlins التي تقطعها الفتحة Cantilever و لكن بشرط ألا يزيد طولها عن 2.5m



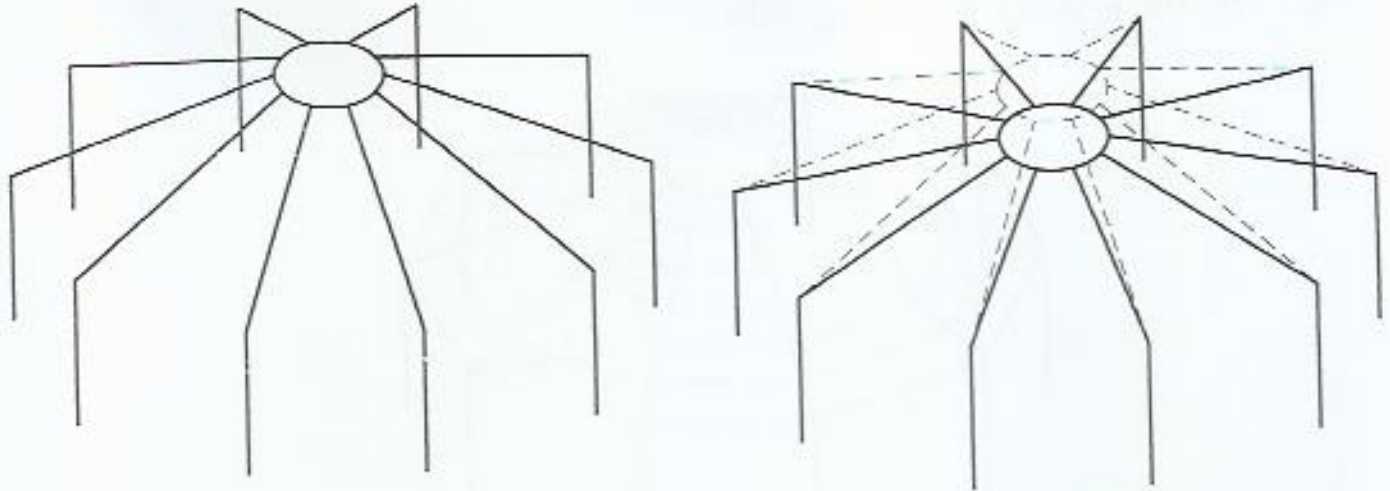
اما اذا زاد طول الجزء الـ Cantilever عن 2.5m فنحمل Purlins عرضية على الـ Purlins الطولية لتحمل الـ corrugated sheets



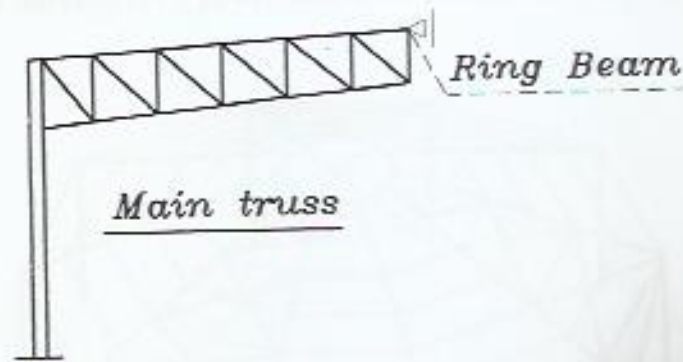
يستخدم عند الحاجة الى تنفيذ مبنى دائري .
 حيث تقوم بوضع ال *Trusses* في ال *Radial Direction* و نكرها كل زاوية معينة
 بحيث نحافظ على أن المسافة بين ال *Trusses* على المحيط الخارجى للارض لا
 يزيد عن ٨ متر . ثم نقوم بربط ال *Trusses* فى المنتصف معا بكمره دائرية تسمى
 بال *Ring Beam* .



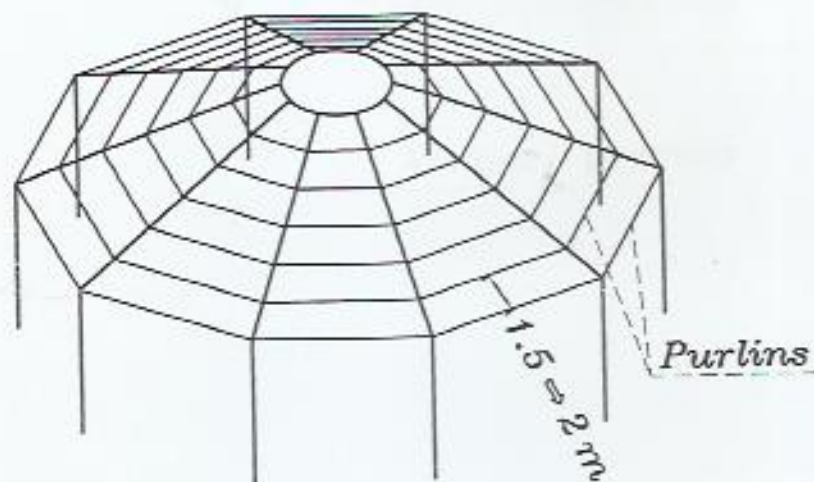
Function of ring beam



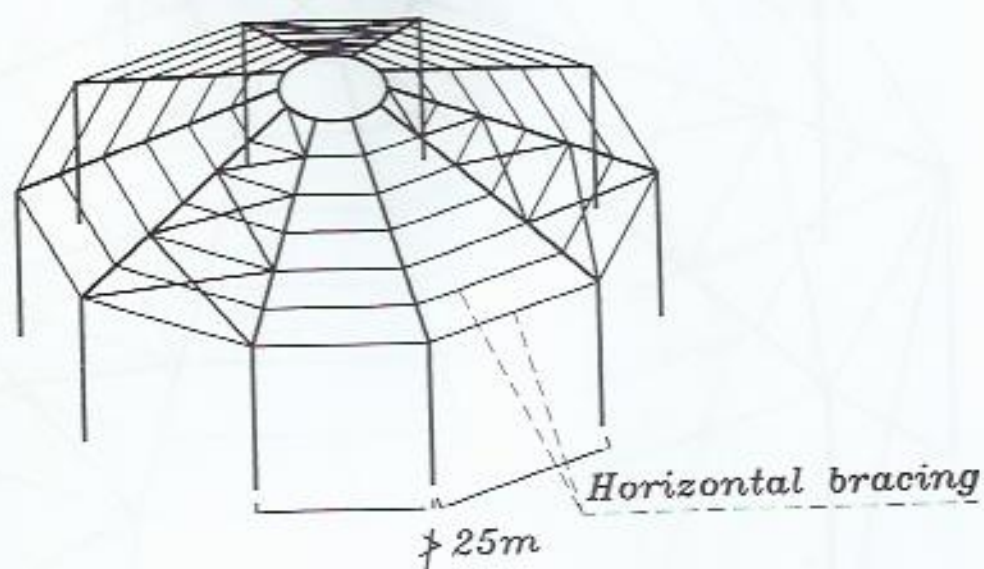
تمنع الحركة الافقية لل *Trusses* و تسمح فقط بالحركة الرأسية و بالتالي عند التعامل مع ال *Trusses* تكون كما لو كان يوجد *Roller Support* على الرأس عند التقاء ال *Trusses* مع ال *Ring Beam*.



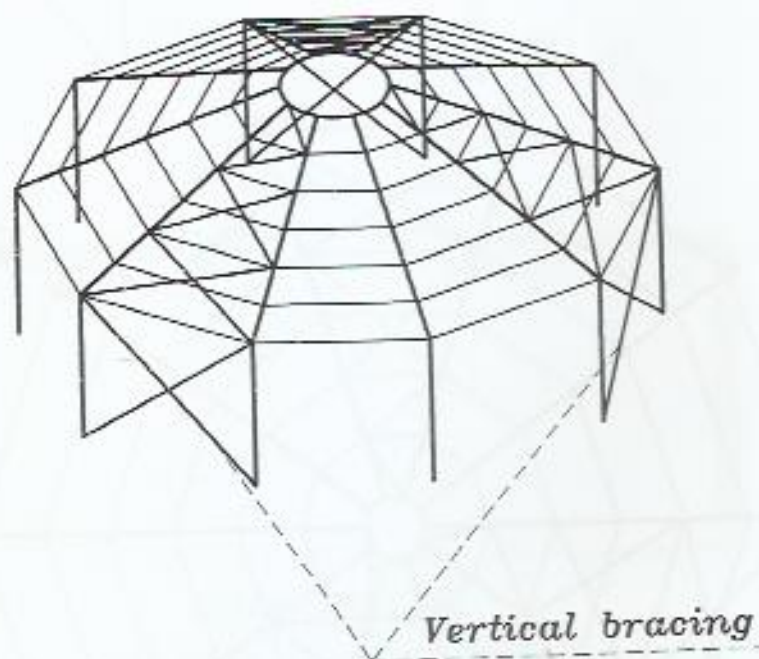
ثم نقوم بوضع ال *Purlins* بحيث تكون المسافة بينها $1.5 \Rightarrow 2\text{ m}$

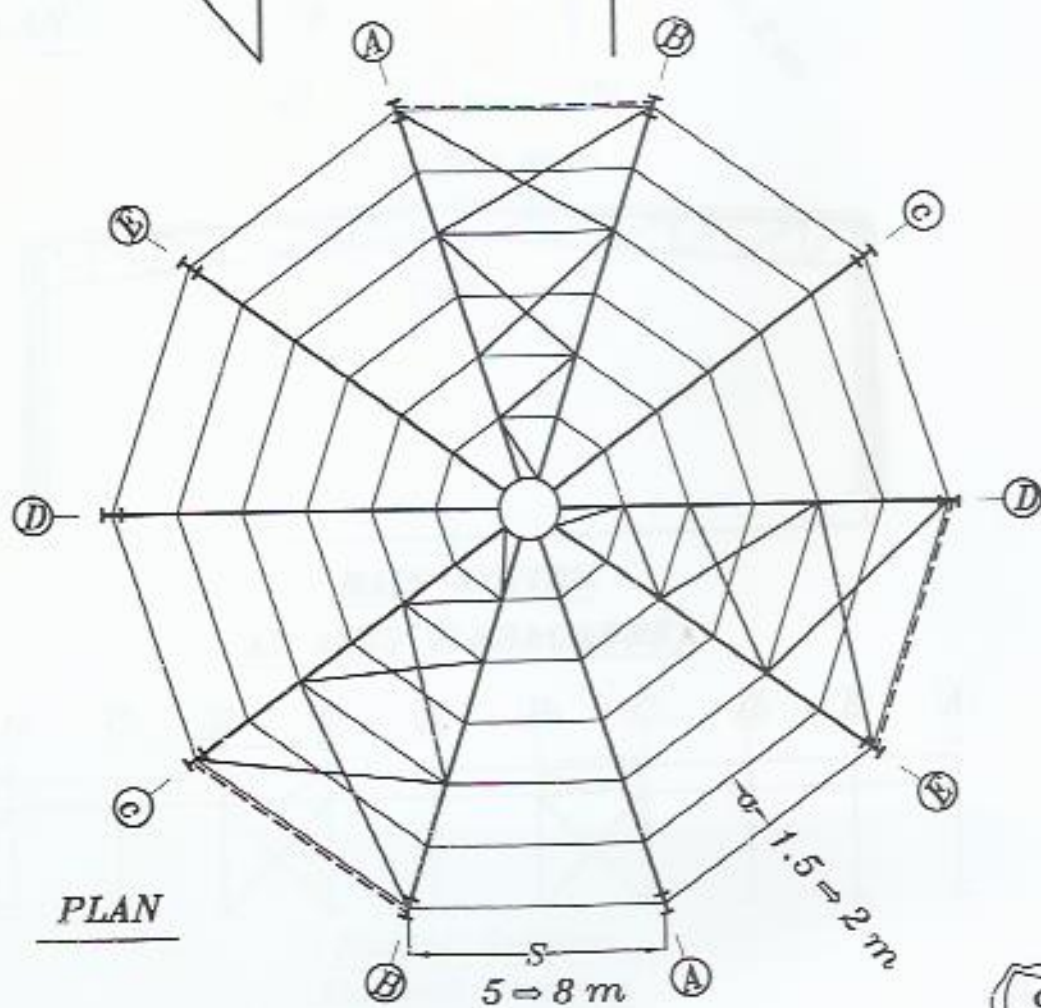
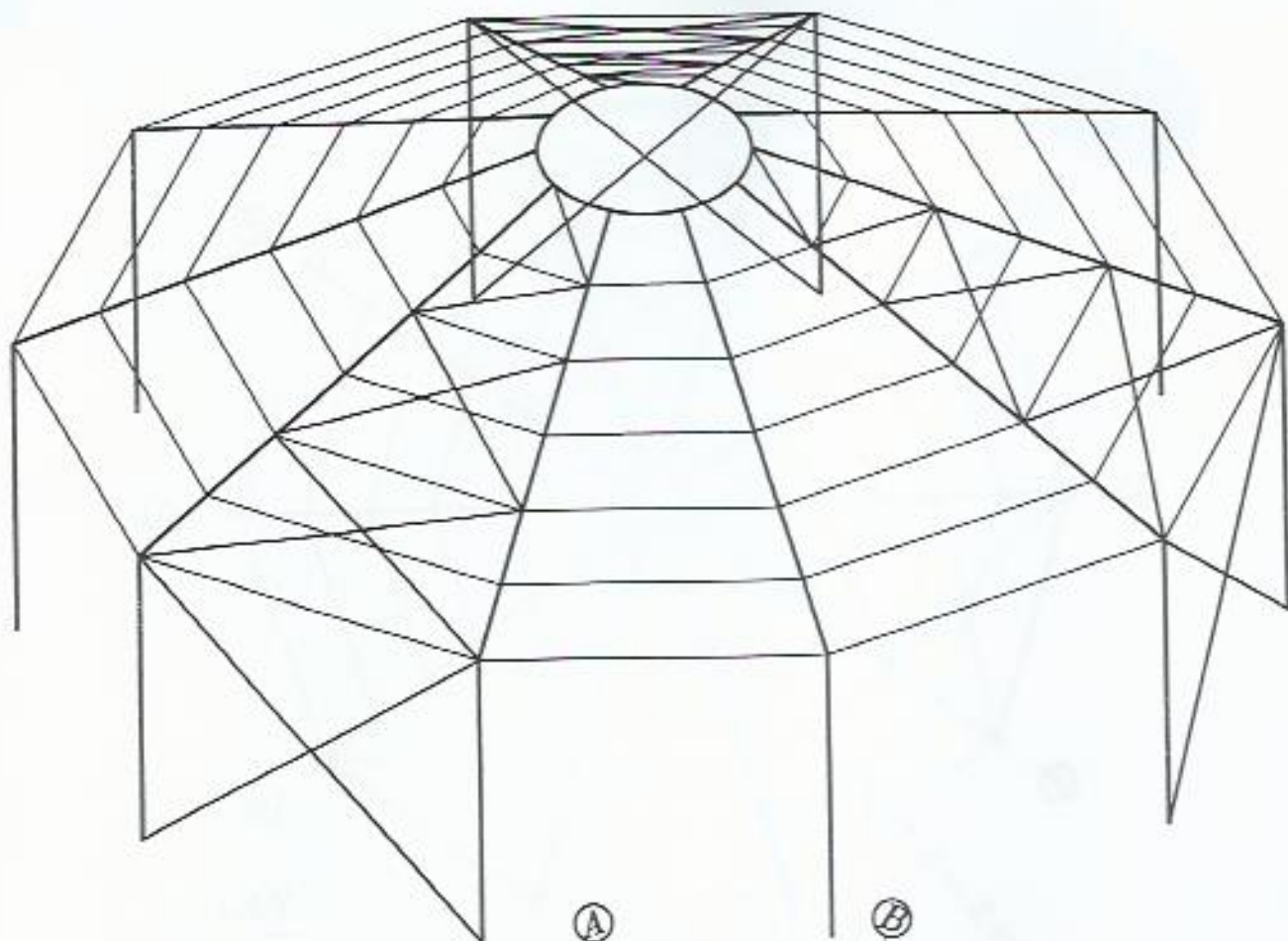


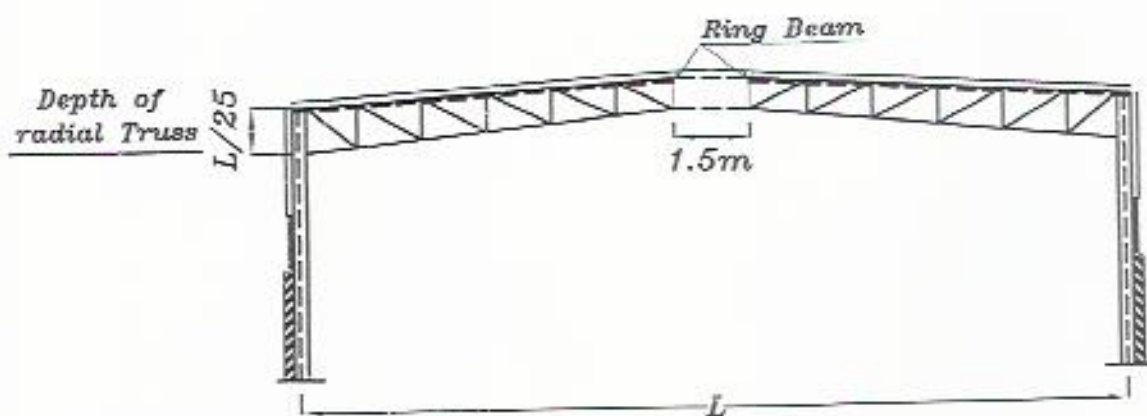
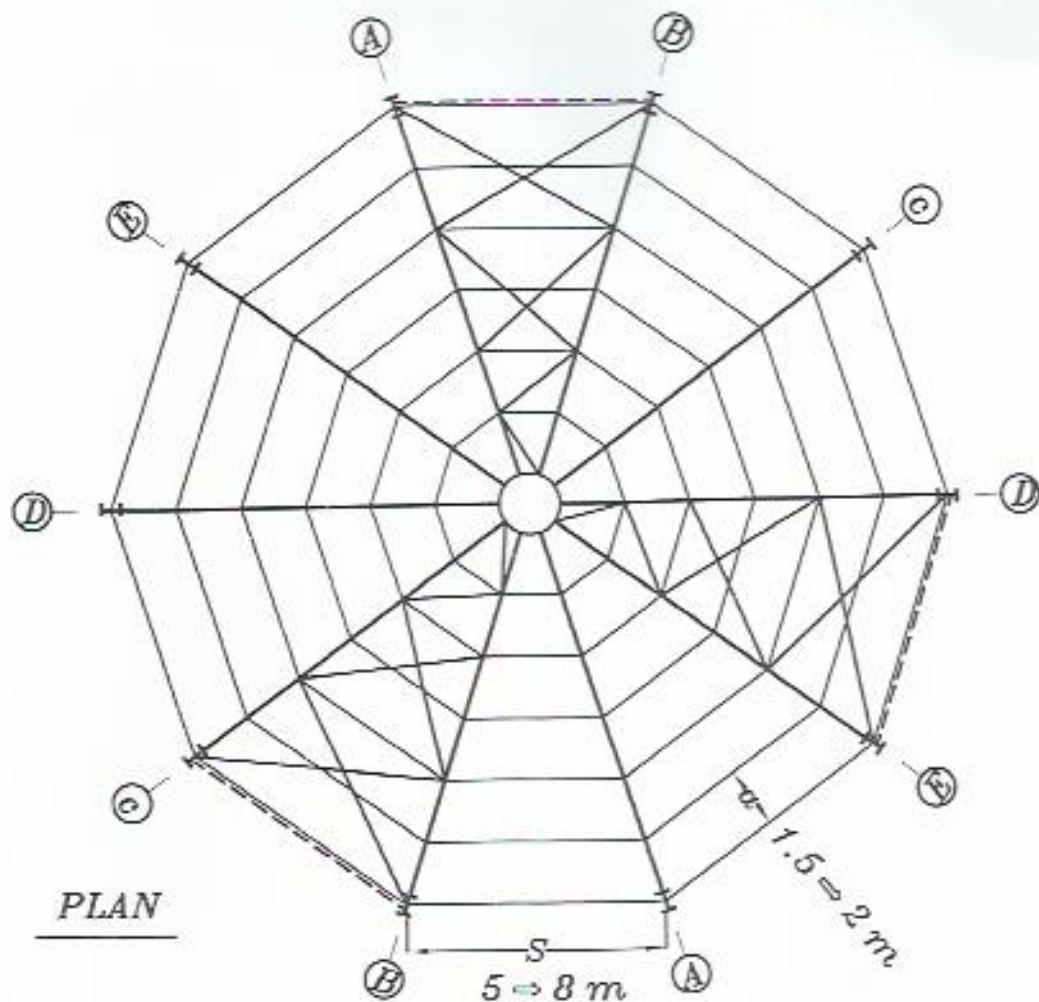
ثم نقوم بوضع ال *Horizontal bracing* بحيث تكون المسافة بينهما لا تزيد عن 25 m و يفضل تقليلها عن ذلك .



ثم نقوم بوضع ال *Vertical bracing* عند أماكن ال *Horizontal bracing*







MAIN SYSTEM
AT AXES (A&B&C&D&E)

