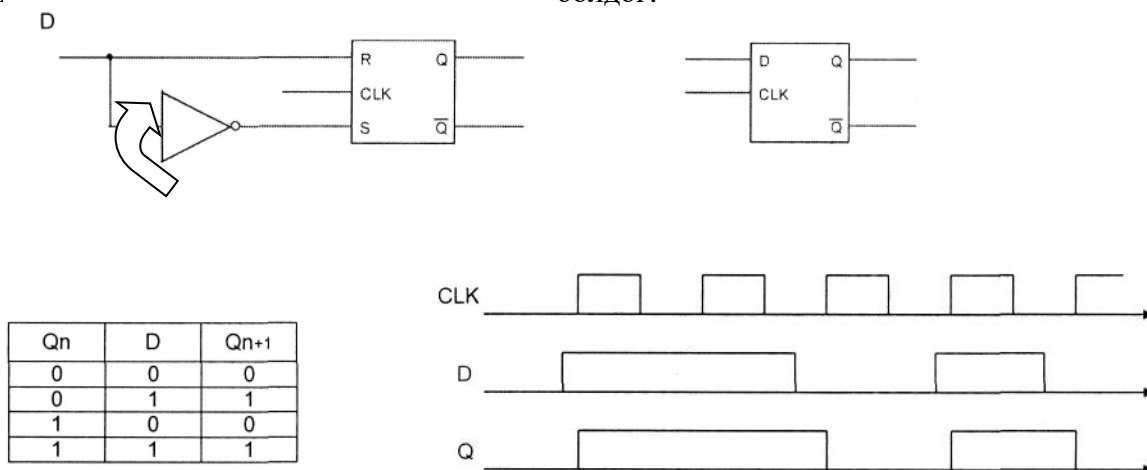


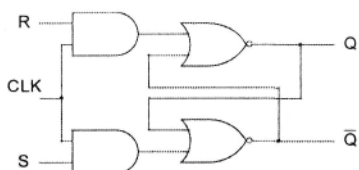
## Lecture 9

**6.1.5 D триггер.** D триггер нь нэг өгөгдлийн болон синхрончлох импульсийн оролттой. Синхрончлох импульс орж ирэх үед өгөгдлийн оролтын утга гаралтанд шууд гарна. D триггериийг RS триггериийг ашиглан шийлэж болдог.

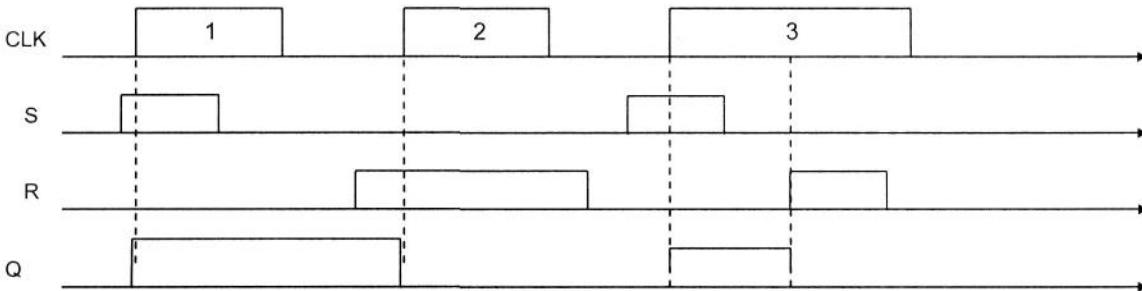


### 6.1.6 Импульсын түвшингээр удирдагдах болон фронтоор удирдагдахын ялгаа.

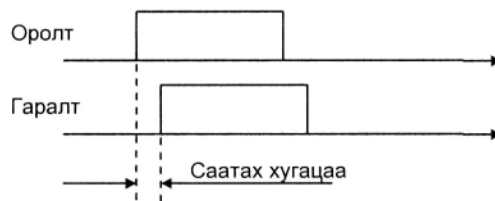
Импульсын түвшингээр болон фронтоор удирдагдах асуудал нь синхрон төхөөрөмжүүд дээр яригдана. Бид синхрон RS триггер, D триггер зэрэг триггерүүдийг үзсэн билээ. Эдгээр нь бүгд синхрончлох импульсын түвшиний удирдлагатай триггерүүд юм. Түвшиний удирдлагатай триггериийн гол онцлог нь импульсын өндөр юм уу нам түвшингүүдийн аль нэгээр синхрончлох буюу оролтын утгуудыг зөвшөөрдөг бөгөөд энэ түвшин орж ирэхгүй л бол оролтын утга гаралтанд үйлчилдэггүй. Өөрөөр хэлбэл clk оролтонд удирдах импульс орж ирэхгүй л бол оролтын утгууд хүлээдэж байх бөгөөд импульс орж ирэхэд гаралтанд гарна. Харин түвшингээр удирдах буюу синхрончлоход нэг дутагдалтай тал бий. Импульсын удирдах түвшингийн үргэлжлэх хугацаа харьцангуй урт байх үед оролтын утга нь удирдах импульсийг үргэлжлэх хугацааны туршид өөрчлөгдвөл гаралтын утганд нөлөөлнө. Энэ нь ч дараахь логик диаграммаас харагдаж байна.



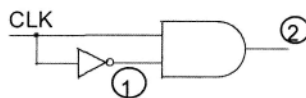
Удирдах CLK оролтонд логик "1" тогтвортой байх үед R,S оролтуудад гаралтын утгуудыг өөрчлөх удирдлагын сигналиудын утга бүрт гаралтын утгууд өөрчлөгдөнө. Үүнийг хугацаны диаграммаас харъя.



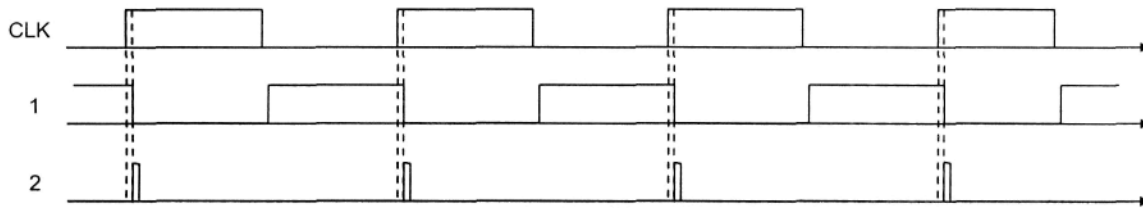
Логик диаграммаас харахад эхний хоёр импульс нь оролтын утгын гаралтанд тарах хугацааг удирдаж байгаа ч 3 дахь импульс дээр тухайн импульсын туршид өөрчлөгдөж байна. Үүнийг дагаад гаралтын утга нэг синхрончлох импульсын турш хоёр удаа өөрчлөгдөж байна. Харин бид оролтын утгууд нэг синхрончлох импульс дээр нэг л удаа гаралтанд гаргахыг хүсэж байвал түвшингээр удирдагдах триггерүүд тохиромжгүй болж байна. Үүнийг хэрхэн залруулах вэ? Юүний өмнө логик элементийн оролтонд орсон сигнал гаралтанд гарахдаа алддаг хугацааг сонирхоё. Энэ ухагдахуунтай холбоотой асуудлыг өмнө бид цухас дурьдаж байсан билээ. Тэнд логик элементүүдийн хурд гэдэг асуудал гарч ирж байсан. Логик элементийн оролтонд орж ирсэн сигнал гаралтанд гарахдаа тодорхой хугацаа алддаг. Үүнийг тухайн логикийн саатуулах хугацаа гэж нэрлэдэг.



Дээрхи диаграммаас харахад оролтонд орох сигналийн өөрчлөлт гаралтанд тодорхой хугацаа алдаж гарч байна. Энэ шинж чанарыг ашиглан бид өмнөх дутагдалтай талыг нөхөж авч болох юм.

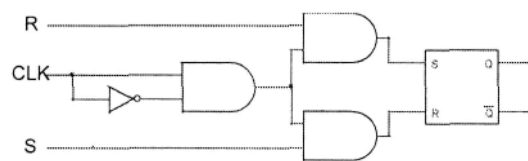


Энэ схемийн онцлог нь оролтын орж ирсэн импульсын өсөх фронт дээр маш богино үргэлжлэх хугацаатай логик "1" түвшинг гаргана. Үүнийг дараахь хугацаны диаграмм дээр тодруулъя.

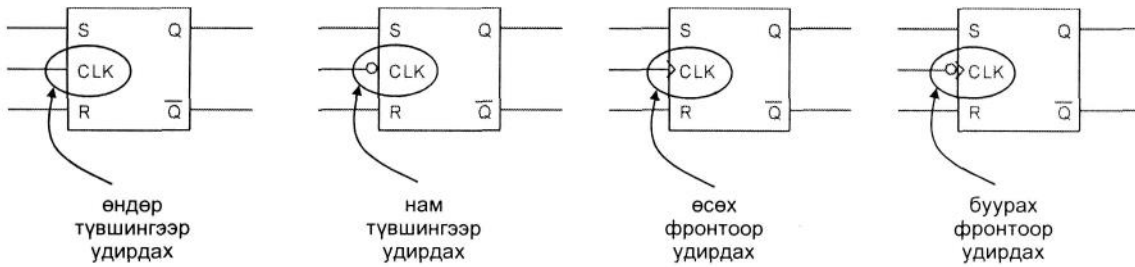


Диаграммаас харахад 1 цэг дээр оролтын CLK сигнал инверслэгдэж байгаа бөгөөд инвертерийн гаралтанд гарахдаа уг логик инвертерийн саатуулах хугацаагаар хоцорно. Харин энэ хоцорч буй өчүүхэн бага хугацааны турш логик үржигчийн оролтонд өндөр түвшин орж байна. Энэ хугацааны турш логик үржигчийн оролтонд хоёр "1" орж ирэх тул гаралтанд уг хоёр "1"-г алга болтол логик өндөр түвшин үргэлжилнэ (Гэхдээ AND-н гаралтанд хугацааны хувьд хоцорч гарна).

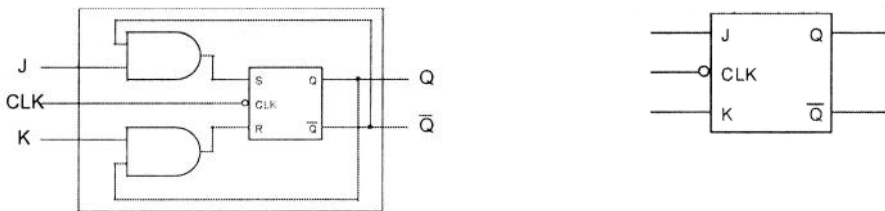
Хэрэв энэ схемийг синхрон триггерийн CLK оролтонд холбовол синхрончлох импульсын зөвхөн өсөх фронт дээр удирдах өндөр түвшин орж ирэх бөгөөд энэ үед R,S оролтонд байсан утга гаралтанд гарна. Энэ хугацаа нь маш бага хугацаа бөгөөд ойролцоогоор 3-20nS орчим байдаг.



Нэгэнт синхрончлох импульс CLK-н хоёр хэлбэр (түвшингээр болон фронтоор удирдах гэсэн) бий болсон учир логик тэмдэглэгээний хувьд ч ялгаатай байх хэрэгтэй болно. Түвшингээр удирдаж байх үед логик өндөр түвшингээр удирдах болон логик нам түвшингээр удирдах гэсэн хоёр хэлбэр гарч ирнэ. Үүний адилаар фронтоор удирдах үед өсөх фронтоор (логик "0"-с логик "1" рүү шилжих үед), буурах фронтоор (логик "1"-с логик "0" рүү шилжих үед) гэсэн хоёр хэлбэр гарч ирнэ. Эдгээрийн логик тэмдэглэгээ ялгаатай бөгөөд дараахь зурагт үүнийг харуулжээ.



**6.1.7 JK триггер.** JK триггер нь ерөнхийдөө RS триггертэй төстэй. Гэхдээ түүнд оролтын утгын хориотой төлөв гэж байдаггүй. Мөн RS триггериин хувьд гаралтын утга ямар байхаас үл хамааран оролтын утгын үр дүн гаралтанд гардаг бол JK триггериин хувьд гаралтын утгаас хамаардаг онцлогтой. JK триггериин логик диаграмм, алхамын хүснэгтийг авч үзье.



| $J_{n+1}$ | $K_{n+1}$ | $Q_n$ | $\overline{Q}_n$ | $S_{n+1}$ | $R_{n+1}$ | $Q_{n+1}$ | $\overline{Q}_{n+1}$ |
|-----------|-----------|-------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| 0         | 0         | 0     | 1                | 0         | 0         | 0         | 1                    |
| 0         | 0         | 1     | 0                | 0         | 0         | 1         | 0                    |
| 0         | 1         | 0     | 1                | 0         | 0         | 0         | 1                    |
| 0         | 1         | 1     | 0                | 0         | 1         | 0         | 1                    |
| 1         | 0         | 0     | 1                | 1         | 0         | 1         | 0                    |
| 1         | 0         | 1     | 0                | 0         | 0         | 1         | 0                    |
| 1         | 1         | 0     | 1                | 1         | 0         | 1         | 0                    |
| 1         | 1         | 1     | 0                | 0         | 1         | 0         | 1                    |

$$S_{n+1} = J_{n+1} \overline{Q}_n; R_{n+1} = K_{n+1} Q_n$$

|                   | $J_{n+1}$ | $K_{n+1}$ | $Q_{n+1}$        |
|-------------------|-----------|-----------|------------------|
| үл өөрчлөгдөх     | 0         | 0         | $Q_n$            |
| тэглэх            | 0         | 1         | 0                |
| нэглэх            | 1         | 0         | 1                |
| байнга өөрчлөгдөх | 1         | 1         | $\overline{Q}_n$ |

Алхамын хүснэгтээс харахад J,K оролтын гаралтын утга ямар байгаагаас шалтгаалан гаралтын утгыг өөрчлөх эс өөрчлөхийг шийдэж байна. Хэрэв J,K оролтууд хоёул "0" байвал гаралтын утгууд огт өөрчлөгдөхгүй. Эндээс харахад J,K оролтуудын идэвхитэй түвшин нь логик өндөр түвшин байна. Гэхдээ гаралтын удирдах үйл явц нь тодорхой нөхцөлд захирагдана. Өөрөөр хэлбэл гаралт нь тухайн үед ямар утгатай байна вэ? гэдгээс шалтгаалдаг. Хэрэв гаралт нь "0" байвал гаралтын утгыг зөвхөн J оролтын идэвхитэй түвшин л өөрчилнө ("1" болгоно). Харин гаралтын утга "1" байвал гаралтын утгыг зөвхөн

К оролтын идэвхитэй түвшин л өөрчилнө ("О" болгоно). Харин хоёуланд нь байнга идэвхитэй түвшин өгвөл яах вэ? Удирдах импульс орж ирэх бүрт гаралтын утга өөрчлөгдөнө (учир нь гаралтын утга бүрт J,К оролтонд гаралтыг өөрчлөх идэвхитэй түвшин байна). Ингэснээр JK триггер нь давтамж хуваагч болж хувирдаг.