યુનિટ નં – ૩ પ્રક્રિયા નિયંત્રણ પદ્ધતિ
સાંખ્યકીય ગુણવત્તા નિયંત્રણ

વ્યાખ્યા – આંકડાશાસ્ત્રની પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરી ઉત્પાદિત માલની ગુણવત્તાનું ધોરણ જાળવવું અને તેમાં ઉત્તરોત્તર સુધારો કરવો તે પ્રક્રિયાને સાંખ્યિકીય ગુણવત્તા-નિયંત્રણ અથવા પ્રક્રિયા નિયંત્રણ પદ્ધતિઓ કહેવામાં આવે છે.સાંખ્યિકીય ગુણવત્તા-નિયંત્રણનો સૌપ્રથમ ખ્યાલ ડો. વોલ્ટર એ.શ્યુહાર્ટે વીસમી સદીના ત્રીજા દાયકામાં રજૂ કર્યો. બીજા વિશ્વયુદ્ધ વખતે અમેરિકામાં યુદ્ધનો શસ્ત્રસરંજામ બનાવતી ફેક્ટરીઓમાં આ ટેકનિકનો ઉપયોગ વધુ પ્રચલિત બન્યો.તેની મદદથી યુદ્ધના સરંજામનાં ગુણવત્તાનાં ધોરણોની ચકાસણી જુદે જુદે તબક્કે કરવામાં આવતી અને આ પદ્ધતિ ઘણી ફાયદાકારક જણાઈ. એન્જિનિયરિંગના ઔદ્યોગિક એકમોમાં આ ટેકનિકનો ઉપયોગ વ્યાપક બન્યો. ભારતમાં સાંખ્યિકીય ગુણવત્તા-નિયંત્રણની પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ પ્રો.પી.સી. મહાલનોબીસના પ્રયત્નોને પરિણામે 1950 ના અરસામાં પ્રચલિત બન્યો. આજે તો કોઈ પણ ઔદ્યોગિક એકમના સંચાલનનું તે અનિવાર્ય અંગ બની ગયું છે.

ગુણવત્તા અને ગુણવત્તા-નિયંત્રણ – કોઈપણ ઉત્પાદક પોતાનો માલ બજારમાં મૂકે, ત્યારે તેનો હેતુ આ માલ ગ્રાહકોને સ્વીકાર્ય બને તે જોવાનો છે. ગુણવત્તાનું નિયત ધોરણ જાળવી રાખવા તેને સતત કાર્યશીલ રહેવું પડે છે.અને ઉત્પાદિત થતા માલની કિંમત ગ્રાહકોને પરવડે તેવી તથા અન્ય ઉત્પાદકોના તેવા જ માલની હરીફાઈમાં ટકી શકે તેવી હોવી જોઈએ. જો તે પોતાના માલની ગુણવત્તા એકધારી ટકાવી શકે, તો તેને લીધે તે હંમેશા તેવી હોવી જોઈએ. જો તે પોતાના માલની ગુણવત્તા એકધારી ટકાવી શકે, તો તેને લીધે તે હંમેશા પોતાનો ગ્રાહક વર્ગ ઊભો કરી શકે. ગુણવત્તા એટલે શ્રેષ્ઠ ગુણવત્તાવાળી વસ્તુ એવો અર્થ થાય પરંતુ આપણે અહીં ગુણવત્તાનો અર્થ એ પ્રકારનો લેવાનો હોતો નથી. કોઈપણ વસ્તુ બનાવતાં

પહેલાં ગ્રાહકોની રુચિ અને જરૂરિયાત લક્ષમાં લઈને ઉત્પાદક ગુણવત્તાનાં અમુક ધોરણો નક્કી કરે છે તેને જાળવી રાખવા હંમેશાં સજાગ રહે છે.નક્કી કરેલા ધોરણસર જો માલનું ઉત્પાદન થતું હોય, તો તેની ગુણવત્તા જળવાય છે એમ કહેવાય.આનો અર્થ એવો નથી થતો કે આથી વધારે ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળી વસ્તુ ન જ બનાવી શકાય. જો વધારે સારી ગુણવતાવાળી વસ્તુનું ઉત્પાદન કરતાં ખર્ચ પણ વધુ કરવો પડે છે.અને ગ્રાહકને તેની કિંમત પરવડે નહીં "ગુણવત્તા એટલે ઉત્પાદકે નક્કી કરેલાં ધોરણો જાળવતી અને ગ્રાહકોની અપેક્ષા સંતોષતી હોય તેવું ધોરણ". ઉત્પાદક માટે હંમેશા આ પ્રકારનું ધોરણ જાળવી રાખવું મુશ્કેલ છે, તેથી તેણે ઉત્પાદિત માલની ગુણવત્તાની ચકાસણી કરવી પડે છે. "અગાઉથી નક્કી કરેલાં ધોરણો અનુસાર ઉત્પાદિત વસ્તુની ગુણવત્તા ચકાસવી અને તેના વિશે નિર્ણય કરવાની પદ્ધતિને ગુણવત્તા નિયંત્રણ કહે છે".

- <u>ગુણવત્તામાં ચલન-</u>

કોઈપણ ઉદ્યોગમાં ઉત્પાદિત વસ્તુઓનું નિરીક્ષણ કરવામાં આવે, તો તેમાં થોડેઘણે અંશે ફેરફાર અથવા ચલન જણાય છે. ઉત્પાદિત થતા કોઈ પણ બે એકમો બધી જ રીતે તદન એકસરખાં હોય તેવું ભાગ્યે જ બને છે.ગુણવત્તામાં ચલન એ ઉત્પાદનનું એક સ્વાભાવિક અંગ છે. સ્ક્રૂનું ઉત્પાદન કરતી કોઈ પણ ફેક્ટરીમાંથી યદચ્છ રીતે બે સ્ક્રૂ લેવામાં આવે તો તે બંને સ્ક્રૂ દરેક રીતે સમાન હોય તેવું મોટેભાગે હોતું નથી. બંને સ્ક્રૂની લંબાઈમાં કે વ્યાસમાં કોઈ પણ જાતનો નજીવો ફેરફાર રહેવાનો જ. ઉત્પાદિત થતાં માલમાં આ ફેરફારને ચલન કહેવામાં આવે છે. એકસરખા સંજોગોમાં એક જ મશીન ઉપર એક જ કારીગર દ્વારા બનાવવામાં આવેલા બે એકમોની ઝીણવટથી તપાસ કરવામાં આવે તો તેમાં કાંઈક ને કાંઈક ફેરફાર માલૂમ પડશે જ. કેટલીક વખત આ પ્રકારના સાહજિક ફેરફારો ઉત્પાદનપ્રક્રિયા સાથે અનિવાર્ય રીતે સંકળાયેલા હોય છે. તેમને દૂર કરવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવે, તો મોટેભાગે તેમાં સફળતા મળતી નથી. જ્યારે કેટલીક વખત માલની ગુણવત્તામાં થતો ફેરફાર કારીગરોની બેદરકારી,મશીનોની ફેરબદલી વગેરે કારણોને લીધે હોય છે. આવાં

કારણોની તપાસ કરીને ઉત્પાદનમાં સુધારો કરી શકાય છે.આમ ઉત્પાદનની ગુણવત્તામાં થતુ ચલન મુખ્યત્વે બે પ્રકારનાં કારણોને લીધે હોય છે.

(1) આકસ્મિક અથવા સાહજિક કારણોને લીધે થતું ચલન

(2) નિર્દેશી શકાય તેવાં કારણોને લીધે થતું ચલન

- આકસ્મિક અથવા સાહજિક કારણોને લીધે થતું ચલન- કેટલીક વખત સાહજિક અથવા અજ્ઞાત કારણોસર ઉત્પાદિત વસ્તુની ગુણવત્તામાં ફેરફાર જોવા મળે છે. દા.ત 1" લંબાઈના સ્ક્રૂ બનાવતી એક ફેક્ટરીના ઉત્પાદનમાંથી થોડા સ્ક્રૂ લઈ તેમની લંબાઈ માપવામાં આવે તો બધા જ સ્ક્રૂની લંબાઈ બરાબર 1" હોય તે શક્ય નથી. આમાં એકાદ સ્ક્રૂની લંબાઈમાં આ પ્રકારનો નજીવો ફેરફાર કોઈ ચોક્કસ કારણોને લીધે થતો હોતો નથી.બધા જ સ્ક્રૂ એક જ મશીનમાંથી એક જ કારીગર દ્વારા બનાવવામાં આવેલા હોય છતાં પણ સ્ક્રૂ સ્ક્રૂ વચ્ચે આ પ્રકારનો ફેરફાર રહેવાનો જ. ઉત્પાદન ઉપર અસર કરતાં અનેક પરિબળોની નજીવી સામૂહિક અસરને લીધે આ પ્રકારના ફેરફારો થતાં હોય છે. કોઈપણ ઉત્પાદનપ્રક્રિયા સાથે આ ફેરફારો અનિવાર્ય રીતે સંકળાયેલા હોય છે. આ કારણોને લીધે વસ્તુની ગુણવત્તા ઉપર થતી અસર નજીવી હોય છે. વળી આ કારણોની અસર નાબૂદ કરી શકાતી નથી, આ પ્રકારનું ચલન સહ્ય ચલન ગણાય છે. અને તે ચોક્કસ સાંખ્યિકીય નિયમને અનુસરતું હોય છે અને પ્રક્રિયામાં આ ચલનની હાજરી હોય તેમ છતાં ઉત્પાદનપ્રક્રિયા સાંખ્યિકીય ગુણવત્તા નિયંત્રણ હેઠળ છે એમ સ્વીકારવામાં આવે છે.
- નિર્દેશી શકાય તેવા કારણોને લીધે થતું ચલન –

કેટલીક વખત ઉત્પાદિત વસ્તુની ગુણવત્તામાં નોંધપાત્ર ફેરફાર માલૂમ પડે છે. દા.ત. સ્ક્રૂ બનાવતી ફેક્ટરી 1" લંબાઈવાળા સ્ક્રૂની લંબાઈ માપવામાં આવે અને જો તે લંબાઈ 1" ને બદલે 1.2" જણાય તો સ્ક્રૂની લંબાઈમાં થયેલો આ ફેરફાર ધ્યાન ખેંચે તેવો છે. તેને સાધારણ ફેરફાર ગણી શકાય નહીં. પ્રક્રિયામાં કોઈ ચોક્કસ પ્રકારનાં કારણોને લીધે આ ફેરફાર થયો હોવાનો સંભવ છે. ઉત્પાદિત થતાં એકમોમાં આ

પ્રકારના ફેરફારો અથવા ચલનને નિર્દેશી શકાય તેવાં કારણોને લીધે થતું ચલન કહેવામાં આવે છે. કારાગરોની બેદરકારી અથવા કાચા માલની ગુણવત્તામાં થયેલો ફેરફાર વગેરે કારણોને લીધે ઉત્પાદિત વસ્તુઓની ગુણવત્તામાં નોંધપાત્ર ફેરફારો જોવા મળે છે. આ ફેરફારો કોઈ પણ પ્રક્રિયા માટે ગંભીર ગણી શકાય અને તે માટે જવાબદાર કારણો ઉત્પાદનપ્રક્રિયામાંથી દૂર કરવાં જોઈએ. આવાં કારણો ઉત્પાદન પ્રક્રિયામાં હાજર હોય તો પ્રક્રિયા સાંખ્યિકીય નિયંત્રણમાં નથી એમ ગણાય. ઉત્પાદનની ગુણવત્તામાં થતા ચલન માટે જવાબદાર એવાં અને નિર્દેશી શકાય તેવાં કારણો નીચે મુજબ છે.

(1) કાચા માલમાં થતા ફેરફાર

(2) યંત્રોમાં તફાવત

(3) કારીગરોમાં તફાવત

(4) સમયમાં થતા ફેરફારને લીધે થતું ચલન

ગુણવત્તા નિયંત્રણ આલેખનો સિદ્ધાંત – ઉત્પાદનપ્રક્રિયામાં થતું ચલન (1) આકસ્મિક કારણોને લીધે અને (2) નિર્દેશી શકાય તેવાં કારણોને લીધે હોય છે.જો માત્ર આકસ્મિક કારણોને લીધે ઉત્પાદનમાં ચલન માલૂમ પડતું હોય તો આવા ચલનને સાહજિક ચલન ગણવામાં આવે છે અને આ પ્રકારનું ચલન હાજર હોવા છતાં ઉત્પાદનપ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં છે એમ કહી શકાય પરંતુ નિર્દેશી શકાય તેવાં કારણોને લીધે ઉત્પાદનમાં ચલન જણાતું હોય તો તે ચલનને નોંધપાત્ર ગણવામાં આવે છે અને તેથી ઉત્પાદનપ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં નથી એમ માનવામાં આવે છે. આ બંને પ્રકારના કારણોને લીધે થતા ચલનને ડો.શ્યુહાર્ટે દર્શાવેલા નિયંત્રણ આલેખોની મદદથી જુદા પાડી શકાય છે.

ડો શ્યુહાર્ટે નિયંત્રણ આલેખ આકસ્મિક ચલનના સિદ્ધાંત ઉપર આધાર રાખે છે. જો કોઈ પણ ઉત્પાદનપ્રક્રિયામાંથી જુદા જુદા સમયે કે જુદા જુદા યંત્રોમાંથી ઉત્પાદિત વસ્તુઓનાં અવલોકન લેવામાં આવે અને જો ફક્ત આકસ્મિક ચલન પ્રક્રિયામાં કાર્ય કરતું હોય તો આ અવલોકનો એક ચોક્કસ સાંખ્યિકીય નિયમને ન અનુસરતાં હોય

અને યદચ્છ રીતે ન વર્તતા હોય તો પ્રક્રિયામાં નિર્દેશી શકાય તેવાં કારણોની હાજરી હોવાનો સંભવ છે અને પ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં નથી એમ ગણવામાં આવે છે માત્ર આકસ્મિક કારણોની હાજરીને લીધે ઉત્પાદન પ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં છે એમ ગણી શકાય છે.

ઉત્પાદનપ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં છે કે નહીં તેનો અભ્યાસ કરવા નિયંત્રણ આલેખ દારવામાં આવે છે. ઉત્પાદનપ્રક્રિયામાથી નિશ્ચિત સમયને અંતરે લગભગ સરખા કદના નિદર્શો લેવામાં આવે છે. અને દરેક નિદર્શ ઉપરથી વસ્તુની ગુણવત્તા દર્શાવતું કોઈ એક લક્ષણ અથવા માપ મેળવવામાં આવે છે.આ લક્ષણ અથવા માપને આગણક T કહેવામં આવે છે.ફક્ત પ્રક્રિયામાં આકસ્મિક કારણોને લીધે ચલન હોય તો આગણક T કોઈ ચોક્કસ સાંખ્યિકીય વિતરણને અનુસરે છે.

Tનું વિતરણ પ્રામાણ્ય હોય છે. Tના વિતરણ ઉપરથી તેનો મધ્યક અને પ્રમાણિત વિચલન σT જાણી શકાય છે. પ્રામાણ્ય વિતરણના ગુણધર્મો અનુસાર Tનો મધ્યક± $3\sigma T$ વચ્ચેના ગાળામાં 99.73 % અવલોકનો સમાયેલાં હોવાં જોઈએ એ આપણે જાણીએ છીએ. અવલોકનો મોટેભાગે આ ગાળામાં જ પડે છે. કોઈપણ અવલોકન આ ગાળાની બહાર પડવાની સંભાવના 0.0027 એટલે કે નહિવત્ છે.પ્રક્રિયામાં ફક્ત આકસ્મિક કારણો હાજર હોય તો T ની કોઈ પણ કિંમત ઉપર દર્શાવેલા ગાળની વચ્ચે પડશે અને Tની કોઈ પણ કિંમત આ ગાળાની બહાર પડે તો આકસ્મિક કારણો ઉપરાંત નિર્દેશી શકાય તેવાં કારણોની હાજરી પણ પ્રક્રિયામાં છે તેવો અર્થ કરવામાં આવે છે.

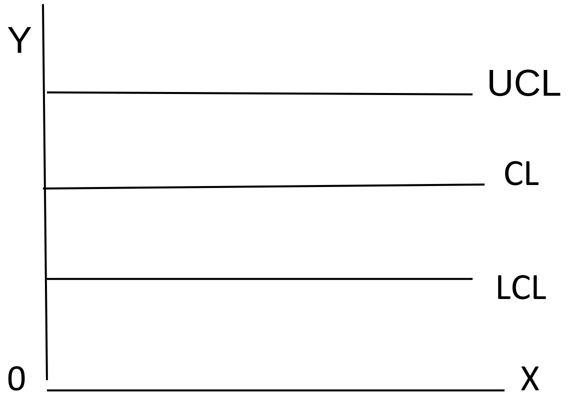
આગણક Tના મધ્યકને ગુણવત્તાનું અપેક્ષિત ધોરણ ગણવામાં આવે છે અને T ના મધ્યક +$3\sigma T$ ને ઉપલી નિયંત્રણ સીમા UCL કહેવામાં આવે છે જ્યારેT ના મધ્યક-$3\sigma T$ ને નીચલી નિયંત્રણ સીમા LCL કહે છે.ઉત્પાદિત વસ્તુઓના કોઈપણ આગણક માટે ત્રણ સીમાઓ નક્કી કરવામાં આવે છે.

મધ્યરેખ CL = ની ગુણવત્તાનું અપેક્ષિત ધોરણ

નીચલી નિયંત્રણ સીમા LCL = Tનો મધ્યક $- 3\sigma T$

ઉપલી નિયંત્રણ સીમા UCL = Tનો મધ્યક + $3\sigma T$

નિયંત્રણ આલેખમાં યોગ્ય સ્કેલની મદદથી આલેખપત્ર ઉપર X અક્ષ ઉપર નિદર્શક્રમ અને Y અક્ષ પર T ની કિંમત લઈ મધ્યરેખા LCL અને UCL નીચે પ્રમાણે દર્શાવવામાં આવે છે.



નિયંત્રણ સીમાઓને આલેખપત્ર ઉપર દર્શાવ્યા બાદ જુદા જુદા નિદર્શો માટે શોધેલ T ની કિંમતોને બિંદુઓ વડે આલેખપત્ર ઉપર દર્શાવવામાં આવે છે. તે બિંદુઓમે ક્રમમાં જોડવાથી નિયંત્રણ આલેખ તૈયાર થાય છે.આપણે ઉપર જોયું કે Tની કોઈ પણ કિંમત બંને નિયંત્રણ સીમાઓની વચ્ચે પડવાની સંભાવના 0.9973 છે. તેથી જો ફક્ત આકસ્મિક કારણો જ ઉત્પાદનપ્રક્રિયામાં હાજર હોય તો T ની કિંમતો દર્શાવતાં બધાં જ બિંદુઓ નિયંત્રણ સીમાઓની વચ્ચે જ પડશે.કોઈપણ બિંદુ નિયંત્રણ સીમાઓની બહાર પડવાની સંભાવના લગભગ નહિવત્ હોય છે.

આથી જો કોઈ પણ બિંદુ આ નિયંત્રણ સીમાઓની બહાર પડે તો આકસ્મિક કારણો ઉપરાંત નિર્દેશી શકાય તેવાં કારણો પણ પ્રક્રિયામાં હાજર હોવાં જોઈએ આથી નિયંત્રણ આલેખમાં એક કે વધારે બિંદુઓ નિયંત્રણ સીમાઓની બહાર પડે તો ઉત્પાદનપ્રક્રિયા સાંખ્યિકીય નિયંત્રણમાં નથી એટલે કે નિર્દેશી શકાય તેવાં કારણો પણ હાજર હોવાં જોઈએ એમ ગણવામાં આવે છે.જો બધા જ બિંદુઓ બંને નિયંત્રણ સીમાઓની વચ્ચે પડે તો ઉત્પાદનપ્રક્રિયા સાંખ્યિકીય નિયંત્રણમાં છે.અને પ્રક્રિયામાં ફક્ત આકસ્મિક કારણોની જ હાજરી છે એમ સ્વીકારવામાં આવે છે.

સાનુક્રમનો સિદ્ધાંત –નિયંત્રણ આલેખમાં જ્યારે એક અથવા વધારે બિંદુઓ નિયંત્રણસીમાઓની બહાર પડતાં હોય ત્યારે પ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં નથી એમ નક્કી કરવામાં આવે છે.અને પ્રક્રિયામાં આકસ્મિક કારણો ઉપરાંત નિર્દેશી શકાય તેવા કારણોની હાજરી છે. એમ સ્વીકારવામાં આવે છે.આ પ્રકારના ચલનના કારણો દૂર કરી પ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં લાવી શકાય.જો બધાજ નિદર્શબિંદુઓ બંને નિયંત્રણ સીમાઓની વચ્ચે પડતાં હોય તો પ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં છે એમ માનવામાં આવે છે . કેટલીક વખત બધા જ નિદર્શબિંદુઓ બંને નિયંત્રણસીમાઓની વચ્ચે પડેલાં હોય છે. છતાં પણ તેમની ગોઠવણી યાદચ્છિક હોતી નથી. કોઈ પણ બિંદુ મધ્યરેખાની ઉપલી અથવા નીચલી બાજુએ પડે તેની સંભાવના સરખી હોવી જોઈએ એટલે કે બિંદુ મધ્યરેખાની ઉપલી બાજુ પડવાની સંભાવના $\frac{1}{2}$ અને મધ્યરેખાની નીચલી બાજુ પડવાની સંભાવના $\frac{1}{2}$ થાય. કેટલીક વખત એકસાથે લેવમાં આવતા નિદર્શબિંદુઓ મધ્યરેખાની એક જ બાજુએ પડતાં હોય છે.આ પરિસ્થિતિને યાદચ્છિક પરિસ્થિતિ ગણી શકાય નહિ.ઉપરાઉપરી બે બિંદુઓ મધ્યરેખાની ઉપલી બાજુએ પડે તેની સંભાવના $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ થાય. આ જ પ્રમાણે સતત 7 બિંદઓ મધ્યરેખાની ઉપલી બાજુએ પડે તેની સંભાવના $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{128}$ થાય.તેવી જ રીતે સતત સાતેય બિંદુઓ મધ્યરેખાની નીચેની બાજુ પડવાની સંભાવના$\frac{1}{128}$ થાય. આમ મધ્યરેખાની કોઈ પણ એક બાજુ સતત સાત બિંદુઓ પડે તેની સંભાવના $\frac{1}{128} + \frac{1}{128} = \frac{1}{64}$ થાય, જે બહુ ઓછી સંભાવના છે. આમ સતત સાત બિંદુઓ મધ્યરેખાની કોઈપણ એક બાજુએ પડે તેની સંભાવના ખૂબ ઓછી છે તેથી આ ઘટના આકસ્મિક ગણી શકાય નહિ. તેથી આ પરિસ્થિતિમાં પ્રક્રિયા નિયંત્રણાં છે તેમ કહેવું યોગ્ય ગણાય નહિ.સાતેય બિંદુઓ નિયંત્રણ સીમાઓની વચ્ચે પડતા હોવા છતાં પણ આકસ્મિક કારણો ઉપરાંત નિર્દેશી શકાય તેવાં કારણો પ્રક્રિયા સાથે જોડાયેલા છે એમ માનવામાં આવે છે. મધ્યરેખાની એક જ બાજુએ ઉપરઉપરી પડતાં બિંદુઓને સાનુક્રમ કહેવામાં આવે છે.

નિયંત્રણ આલેખમાં જો સાનુક્રમો માલૂમ પડે તો ગુણવત્તાનું સરેરાશ ધોરણ બદલાયું છે જો ઉપરની તરફનો સાનુક્રમ હોય, તો તે અપેક્ષિત ધોરણથી ઉપરની બાજુએ ગયેલ છે અને જો નીચેની તરફનો સાનુક્રમ હોય તો તે અપેક્ષિત ધોરણથી નીચેની તરફ ગયેલછે એમ માનવામા આવે છે.પ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં છે કે નહીં તે નક્કી કરવા માટે બધાં જ બિંદુઓ નિયંત્રણ સીમાઓની વચમાં છે કે નહીં તે જોવા ઉપરાંત બિંદુઓનો સાનુક્રમ જણવો જોઈએ.

ગુણવત્તા નિયંત્રણના ઉપયોગો-

(1) પ્રક્રિયામાં ઉત્પાદન અંગેના ધોરણો નિશ્ચિત કરવાં
(2) નક્કી કરેલાં ધોરણો પ્રાપ્ત થાયતે જોવું
(3) પ્રક્રિયામાં પ્રાપ્ત થયેલાં ધોરણોને જાળવવાં અને ભવિષ્યના ઉત્પાદનમાં તેને ઉપયોગમાં લેવાં
(4) નિર્દેશી શકાય તેવાં કારણો શોધી તેમને દૂર કરવા.
(5) ઉત્પાદન સાથે સંકળાયેલા કારીગરોની કાર્યદક્ષતા માં સુધારો થાય છે કારણ કે તે જાણે છે કે તેમના કાર્યની ચકાસણી થાય છે.
(6) જો ઉત્પાદન ગુણવત્તાનું નિયત ધોરણ જળવાઈ રહેતું હોય તો ગ્રાહકોને તે કંપનીના ઉત્પાદન વિશે વિશ્વાસ બેસે છે અને તેને લીધે કાયમી ગ્રાહક વર્ગ ઊભો થાય છે.
(7) ઉત્પાદન અંગે વારંવાર માહિતી મેળવવી પડતી હોવાથી ઉત્પાદકને લાંબા ગાળા સુધીની માહિતી વ્યવસ્થિત રીતે મળી રહે છે જે ભવિષ્યમાં ઉપયોગી નીવડે છે.
(8) આ પદ્ધતિના ઉપયોગને લીધે યંત્રોની કાર્યદક્ષતા અને તેના સરેરાશ આયુષ્ય વિશે જાણકારી મળે છે
(9) ગુણવત્તા નિયંત્રણના ઉપયોગથી ઉત્પાદનની ગુણવત્તાની સતત ચકાસણી કરી શકાય છે.
(10) ગુણવત્તા નિયંત્રણની મદદથી ઉત્પાદનના ખર્ચમાં બચાવ થાય છે.

* ચલ માટેના આલેખો – જ્યારે ઉત્પાદિત વસ્તુ માટે ગુણવત્તા લક્ષણ માપી શકાય તેવું હોય ત્યારે જે નિયંત્રણ આલેખો તૈયાર કરવામાં આવે છે, તેને ચલનાત્મક આલેખો કહેવામાં આવે છે. સ્ક્રૂની લંબાઈ, બોલબેરિંગનો વ્યાસ,વસ્તુનું વજન વગેરે નિયત ધોરણ અનુસાર છે કે નહિ તે નક્કી કરવા માટે ચલના આલેખોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ચલ માટેના મુખ્ય આલેખો $\bar{X}$ અને R છે

*ગુણાત્મક આલેખો – જ્યારે ઉત્પાદિત વસ્તુનું ગુણવત્તા લક્ષણ માપી શકાય તેવું હોય ત્યારે ગુણવત્તા નિયંત્રણ માટે $\bar{X}$ અને R આલેખનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. કેટલીક વખત વસ્તુની ગુણવત્તા માપી શકાય તેવી હોતી નથી, પરંતુ વસ્તુ અમુક ગુણધર્મ ધરાવે છે કે નહીં તે નક્કી કરી શકાય છે. દા.ત. કોઈ પણ ઇલેક્ટ્રિક બલ્બ સારો છે કે ખામીવાળો છે, કોઈ પણ ટાંકણી અણીવાળી છે કે નહીં,કાચમાં તિરાડ પડેલી છે કે નહીં એ માપી શકાય નહીં. પરંતુ નિરીક્ષણ કરી શકાય છે. કેટલીક ઉત્પાદનપ્રક્રિયા દરમિયાન ઉત્પન્ન થતી વસ્તુ અમુક ગુણધર્મ ધરાવે તો સારી અથવા ખામીરહિત વસ્તુ ગણવામાં આવે છે. જ્યારે વસ્તુ તે ગુણધર્મ ન ધરાવતી હોય તો તેને ખરાબ અથવા ખામીવાળી ગણવામાં આવે છે.જો ઉત્પાદિત વસ્તુને આ રીતે ખામીવાળી અને ખામીવગરની એમ બે વિભાગમાં વહેંચી શકાય તો તેની ગુણવત્તાના નિયંત્રણ માટે જે આલેખોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે તેને ગુણાત્મક આલેખો કહેવામાં આવે છે.

(1) ખામીપ્રમાણ માટેનો p આલેખ અથવા ખામીવાળી વસ્તુઓની સંખ્યા માટેનો np આલેખ

(2) એકમદીઠ ખામીઓની સંખ્યા માટેનો c આલેખ

(3) P અને np - ધારોકે કોઈ ઉત્પાદનપ્રક્રિયામાંથી વસ્તુઓનો એક નિદર્શ લેવામાં આવે છે અને તેમાં વસતુઓ ખામીવાળી જણાય છે.તે નિદર્શમાં

ખામીપ્રમાણને વડે દર્શાવવામાં આવે તો ની કિંમત નીચે પ્રમાણે મળે

ખામીપ્રમાણ $p = \frac{d}{n}$

P આલેખની નિયંત્રણ સીમા

$$C.L. = \overline{p} = \frac{\sum p}{m}$$

$$U.C.L = \overline{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$L.C.L = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

np = આલેખની નિયંત્રણ સીમા

$$C.L. = \overline{np} = \frac{\sum np}{m}$$

$$U.C.L = \overline{np} + 3\sqrt{\overline{np}\,(1-\bar{p})}$$

$$L.C.L = \overline{np} - 3\sqrt{\overline{np}\,(1-\bar{p})}$$

P અને np આલેખ ઉપરથી નિર્ણયો

(1) P અને np આલેખમાં જો બધાં જ બિંદુઓ નિયંત્રણ સીમાઓની વચમાં પડતાં હોય અને મધ્યરેખાની એક જ બાજુએ સતત ન પડતાં હોય તો ઉત્પાદનપ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં છે એટલે કે ફક્ત આક્સમિક કારણો જ ઉત્પાદનપ્રક્રિયામાં હાજર છે

(2) જો એક અથવા વધારે બિંદુઓ U.C.Lથી ઉપરની બાજુએ પડતાં હોય તો ઉત્પાદનપ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં નથી એટલે કે નિર્દેશી શકાય તેવાં કારણો પણ પ્રક્રિયામાં હાજર હોવાં જોઈએ એમ ગણવામાં આવે છે.

(3) P અને np આલેખમાં જો L.C.Lઋણ આવે તો તેને બદલે તેની કિંમત શૂન્ય લેવામાં આવે છે.

(4) જો એક અથવા વધારે બિંદુઓ ની L.C.Lનીચેની બાજુએ પડતાં હોય તો સામાન્ય રીતે પ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં નથી તેવું અર્થઘટન થઈ શકે પરંતુ

વાસ્તવમાં આ પરિસ્થિતિ તો આવકાર્ય ગણાય. જે નિદર્શો માટે L.C.Lની નીચેની બાજુએ બિંદુઓ પડતાં હોય તે નિદર્શો માટે ખામીપ્રમાણ બહુ ઓછું છે અને તેમની ગુણવત્તા ઊંચા પ્રકારની છે એમ ગણાય. L.C.L ની નીચે પડતાં આ પ્રકારનાં બિંદુઓને નિમ્ન બિંદુઓ(low spots) કહેવામાં આવે છે. નિયંત્રણ આલેખમાં આ પ્રકારના બિંદુઓ મળતા હોય તો નીચે પ્રમાણે અર્થઘટન થઈ શકે.

- નિમ્ન બિંદુઓવાળા નિદર્શોની ગુણવત્તા ઊંચા પ્રકારની છે. અને તેને જાળવી રાખવા પ્રયાસ કરવો જોઈએ.
- આવાં બિંદુઓવાળા નિદર્શોની નિરીક્ષણમાં ભૂલો થઈ છે કે કેમ તેની ચકાસણી કરવી જોઈએ.

P અને np આલેખો વચ્ચેનો તફાવત

P આલેખ	np આલેખ
• P આલેખ એ ખામીપ્રમાણનો આલેખ છે. • pઆલેખમાં ગણતરી અઘરી છે. • બધા જ નિદર્શો સમાન કદના ન હોય તો પણ pઆલેખ દોરી શકાય છે.	• np આલેખ એ ખામીવાળી વસ્તુઓની સંખ્યા માટેનો આલેખ છે. • np આલેખમાં ગણતરી પ્રમાણમાં સરળ છે. • બધાં જ નિદર્શનાં કદ સમાન હોય તો જ np આલેખ દોરી શકાય.

C – આલેખ – ઉત્પાદનપ્રક્રિયામાંથી લીધેલા નિદર્શોમાંથી ખામીવાળી વસ્તુઓની સંખ્યા ઉપરથી ગુણવત્તા નિયંત્રણ માટે આલેખ તેમજ ખામીપ્રમાણ માટેના આલેખ વિશે જોઈ ગયા. કેટલીક વખત ઉત્પાદિત વસ્તુ એવા

પ્રકારની હોય છે કે તેમાં એક કે બે ખામી હોય છે. આ વખતે સમગ્ર વસ્તુનો અસ્વીકાર કરવો યોગ્ય ગણાય નહી. ધારોકે ટી.વી. સેટમાં કોઈ એક કે બે ભાગમાં કાંઈક ખામી હોય, તેને કારણે ટી.વી.સેટ ખામીવાળો છે એમ ગણવાને બદલે તે ટી.વી.સેટમાં કેટલી ખામીઓ છે તેની સંખ્યા ગણીને તે ઉપરથી ટી.વી.સેટના ઉત્પાદનમાં સુધારો કરવા પ્રયત્ન કરવો જોઈએ.

ઉત્પાદિત વસ્તુના કોઈપણ એકમમાં રહેલી ખામીઓની સંખ્યાને વડે દર્શાવવામાં આવે છે અને તે નિયંત્રણ માટેના આલેખને આલેખ કહેવામાં આવે છે.ઉત્પાદિત એકમમાં ખામીની કુલ સંખ્યા ગણી શકાય તેવી હોય ત્યારે ખામીસંખ્યા માટેનો દોરવામાં આવે છે.ઉત્પાદિત વસ્તુમાં ખામીઓ ભાગ્યે જ જોવા મળે છે, કારણ કે વધુ ખામીવાળી વસ્તુઓ બજારની હરિફાઈમાં ટકી શકે નહિ. આથી ઉત્પાદિત વસ્તુઓમાંથી લીધેલાં કોઈપણ એકમમાં ખામીઓ હોવાની સંભાવના ઘણી ઓછી હોય છે.નું વિતરણ પોયસન વિતરણ બને છે.પોયસનવિતરણ અનુસાર આલેખની નિયંત્રણ સીમાઓ નીચે પ્રમાણે છે.

C.L = $\bar{C} = \frac{\sum c}{m}$

U.C.L = $\bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}}$

L.C.L = $\bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}}$

C આલેખના ઉપયોગ –

(1) રેડિયોસેટમાં સેટ દીઠ ખામીની સંખ્યામાં

(2) વિમાનની પાંખમાં વપરાયેલાં ખામીવાળાં રીવેટોની સંખ્યામાં

(3) અમુક ચોક્કસ માપના કપડામાં રહેલી ખામીઓની સંખ્યામા

Ex: 21 એટલાસ સાઈકલની બનાવટમાં બોલબેરિંગની ધરીની લંબાઈ નીચે મુજબ મળે છે. દરેક ઉપસમૂહમાં ચાર બોલબેરિંગનાં માપ નોંધવામાં આવ્યા છે. તે ઉપરથી $\bar{X}$ અને R નકશા તૈયાર કરો.

($n = 4$, $A_2 = 0.73$, $D_3 = 0$, $D_4 = 2.28$)

નિદર્શ નં.	ધરીની લંબાઈ (સે.મી)					
	X_1	X_2	X_3	X_4	$\bar{X}$(સરેરાશ)	R(વિસ્તાર)
1	27	29	24	15	23.75	14
2	31	26	34	35	31.5	9
3	32	46	30	32	35	16
4	35	20	34	46	33.75	26
5	55	25	33	54	41.75	30
6	22	46	52	42	40.5	30
7	14	24	32	43	28.25	29
8	36	52	19	50	39.25	33
9	29	21	17	29	24	12
10	33	31	32	18	28.5	15
11	52	34	17	25	32	35
12	23	41	21	29	28.5	20
13	28	22	45	21	29	24
14	32	27	16	30	26.25	16
15	23	23	27	36	27.25	13
					$\sum \bar{X}$ =469.25	$\sum$R = 322

$\bar{X}$ – આલેખની નિયંત્રણ સીમા

$CL = \bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{m} = \frac{469.25}{15} = 31.28$

$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$

$= 31.28 + 0.73(21.47)$

$= 31.28 + 15.67$

$= 46.95$

$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$

$= 31.28 - 0.73(21.47)$

$= 31.28 - 15.67$

R- આલેખની નિયંત્રણ સીમા

$CL = \bar{R} = \frac{\sum R}{m} = \frac{322}{15} = 21.47$

$UCL = D_4 \bar{R}$

$= 2.28(21.47)$

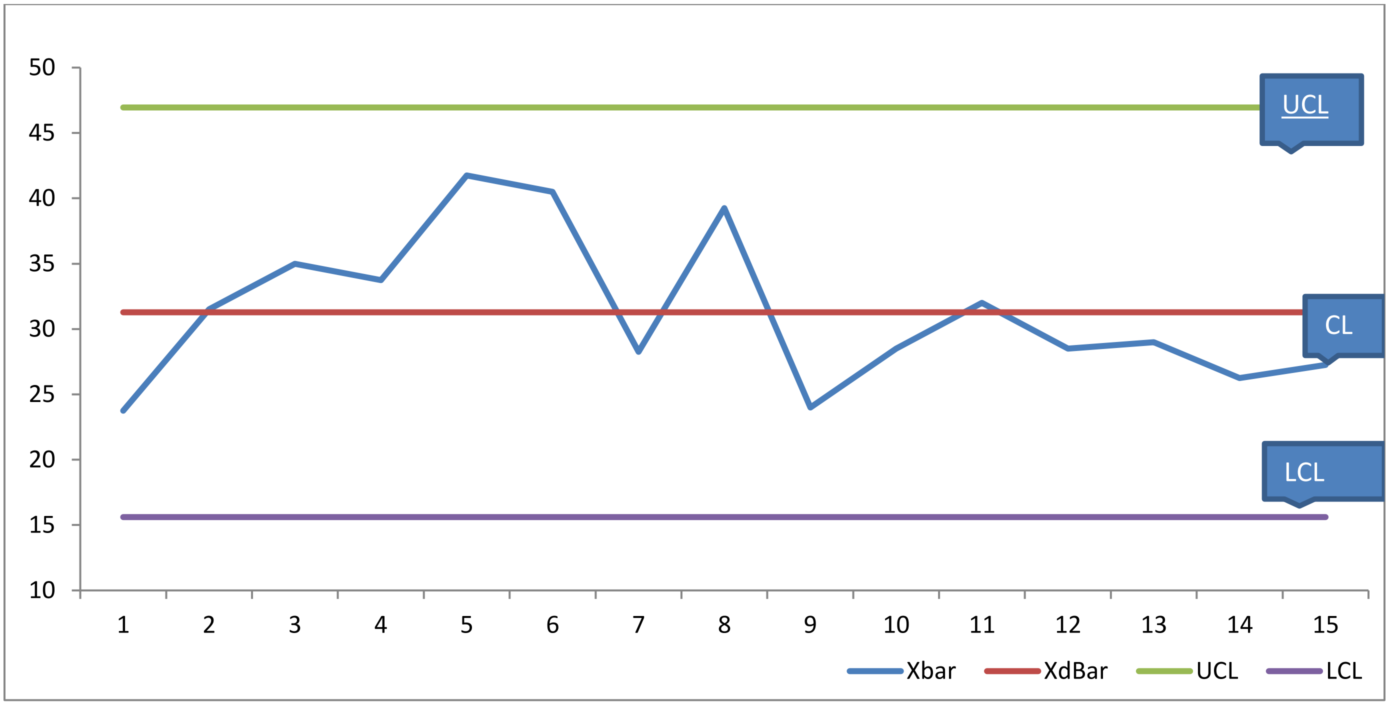
$= 48.95$

$LCL = D_3 \bar{R}$

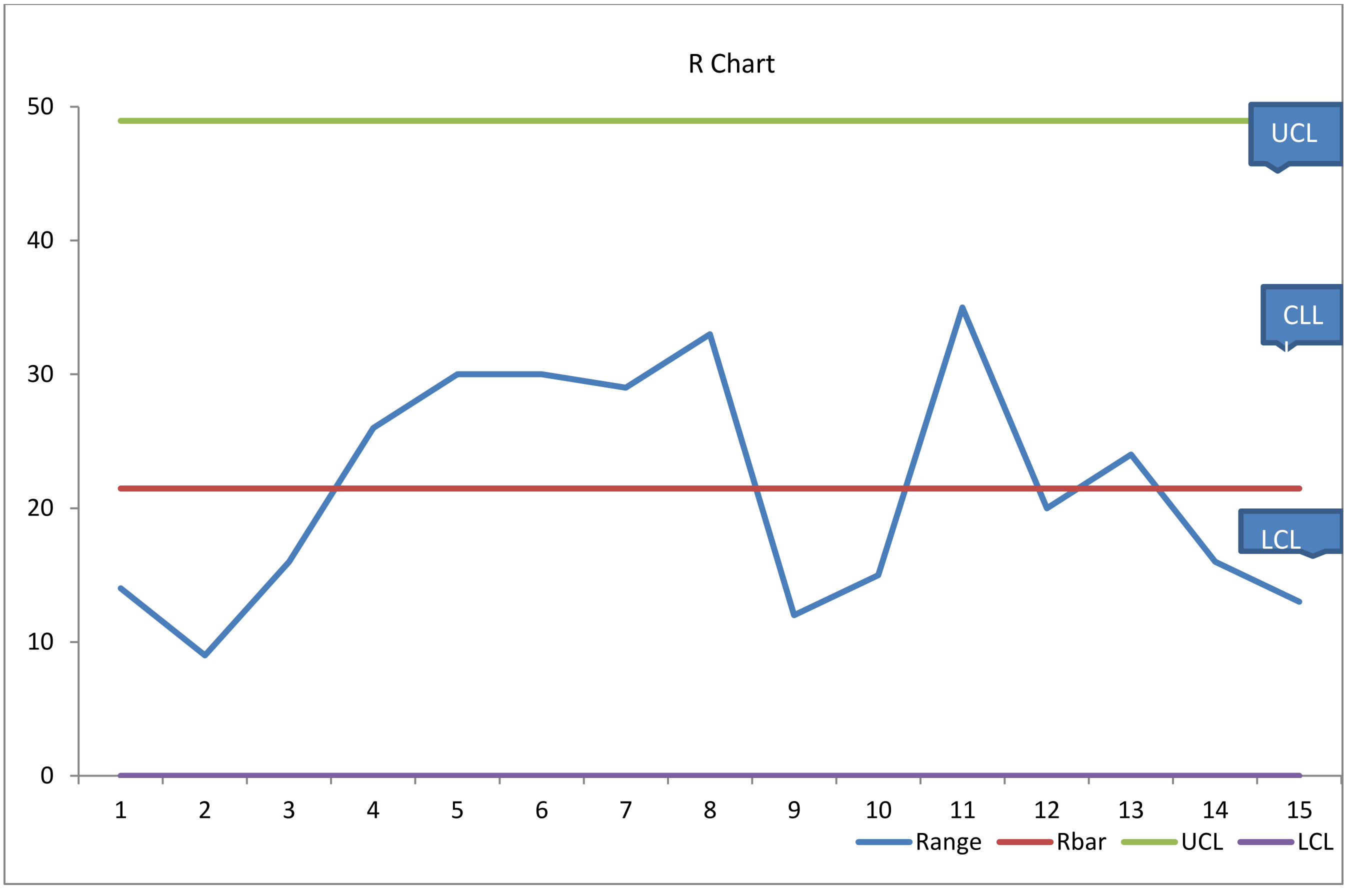
$= 0(21.47)$

$= 0$

= 15.61



50
45
40
35
30
25
20
15
10
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
UCL
CL
LCL
Xbar
XdBar
UCL
LCL



EX : 23 નીચે આપેલી માહિતી માટે યોગ્ય નકશાઓ દોરી ગુણવત્તાની દ્રષ્ટિએ તપાસો

(n = 5 લો.)

નિદર્શ નં	સરેરાશ$(\overline{X})$	વિસ્તાર (R)	નિદર્શ નં	સરેરાશ $(\overline{X})$	વિસ્તાર(R)
1	0.82	0.010	9	0.88	0.015
2	0.86	0.012	10	0.90	0.012
3	0.84	0.015	11	0.86	0.009
4	0.86	0.020	12	0.85	0.010
5	0.89	0.022	13	0.83	0.015
6	0.70	0.008	14	0.82	0.008
7	0.81	0.002	15	0.85	0.009
8	0.87	0.006			

$\overline{X}$ – આલેખની નિયંત્રણ સીમા

$CL = \overline{\overline{X}} = \frac{\sum \overline{x}}{m} = \frac{12.64}{15} = 0.843$

$UCL = \overline{\overline{X}} + A_2 \overline{R}$

$= 0.843 + 0.58(0.0115)$

$= 0.843 + 0.00667$

$= 0.849$

R- આલેખની નિયંત્રણ સીમા

$CL = \overline{R} = \frac{\sum R}{m} = \frac{0.173}{15} = 0.0115$

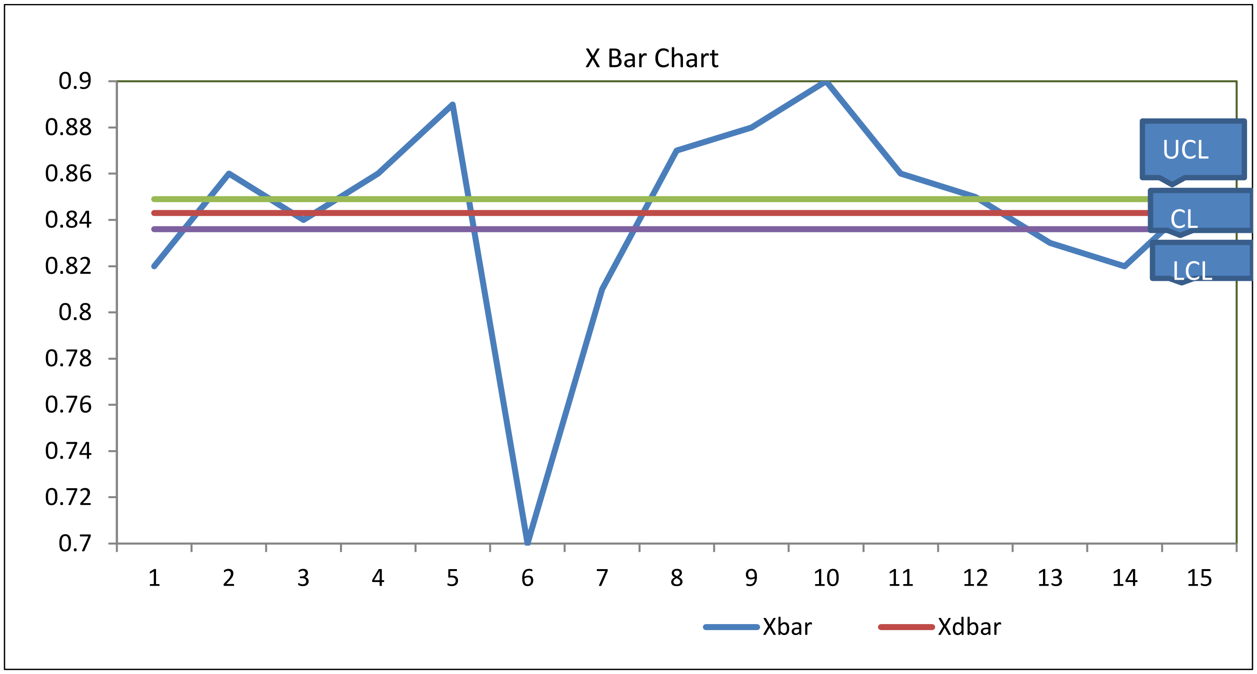
$UCL = D_4 \overline{R}$

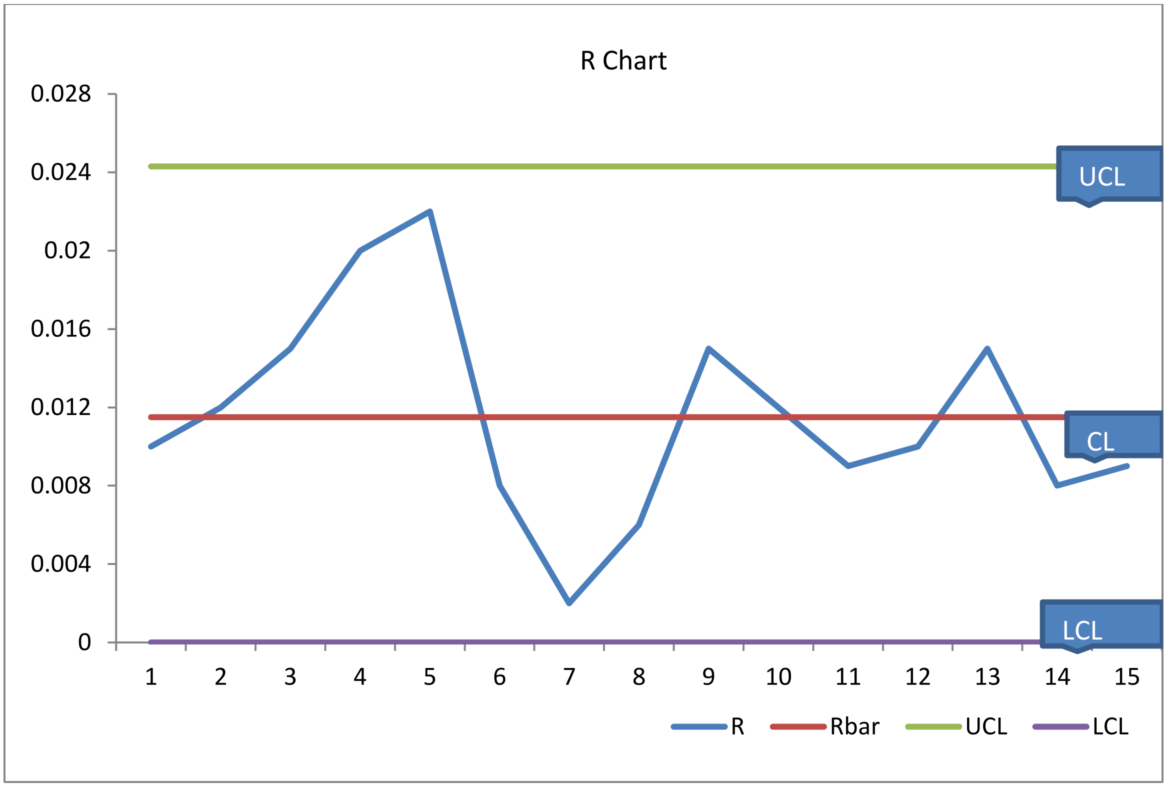
$= 2.11(0.0115)$

$= 0.0243$

$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$
$= 0.843 - 0.58(0.0115)$
$= 0.843 - 0.00667$
$= 0.836$

$LCL = D_3 \bar{R}$
$= 0(0.0115)$
$= 0$





EX : 25 25 ઉપસમૂહો બાદ $\sum\bar{x} = 365$ $\sum R = 30$ પ્રાપ્ત થાય છે. $\bar{x}$ અને R આલેખ માટે નિયંત્રણ સીમાઓ ગણો. આ સીમાઓને ગુણલક્ષણની આખરી સીમાઓ લઈ નીચેના કોષ્ટકમાં આપેલ $\bar{x}$ અને R ની કિંમતોના આલેખ દોરો અને તમારાં તારણો આપો.

ઉપસમૂહ ક્રમ	1	2	3	4	5	6	7	8
$\bar{x}$	14.25	14.80	15.20	15.00	15.40	15.90	15.30	15.20
R	0.9	2.0	1.5	1.3	2.4	1.5	1.3	2.0

$\bar{X}$ – આલેખની નિયંત્રણ સીમા

$CL = \bar{\bar{X}} = \frac{\sum\bar{x}}{m} = \frac{365}{25} = 14.6$

$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$

$= 14.6 + 0.72(1.2)$

$= 14.6 + 0.864$

$= 15.46$

$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$

$= 14.6 - 0.72(1.2)$

R- આલેખની નિયંત્રણ સીમા

$CL = \bar{R} = \frac{\sum R}{m} = \frac{30}{25} = 1.2$

$UCL = D_4\bar{R}$

$= 2.28(1.2)$

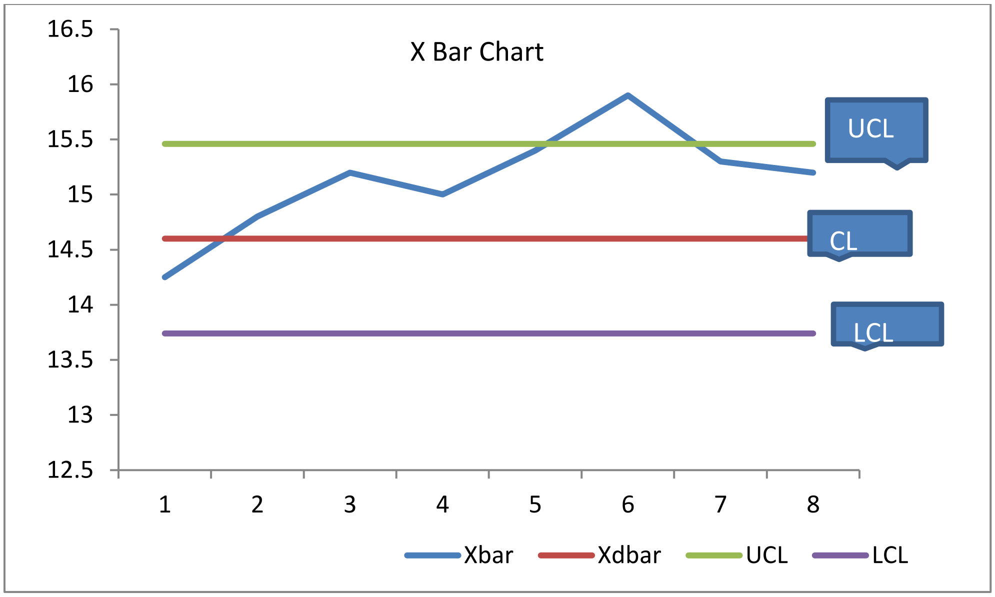
$= 2.74$

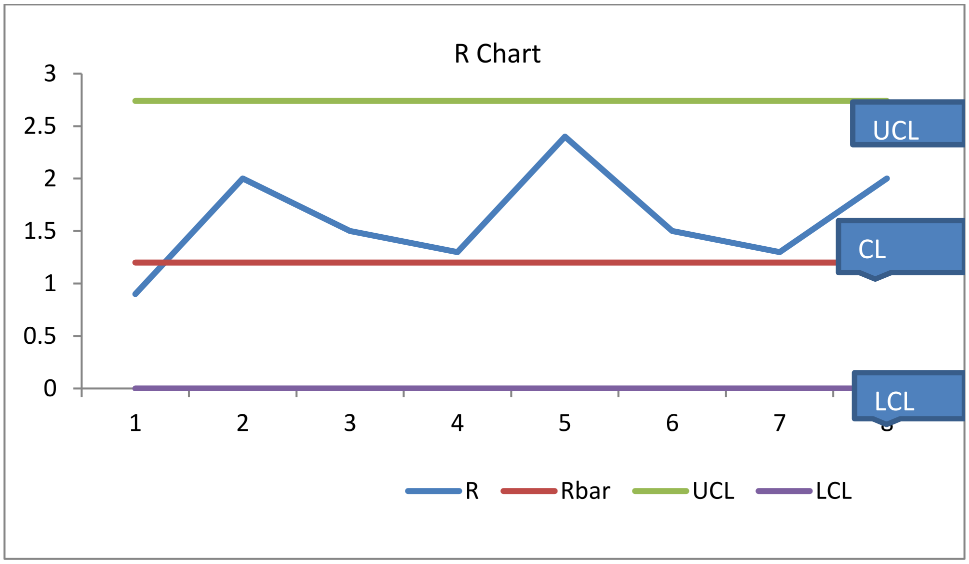
$LCL = D_3\bar{R}$

$= 0(1.2)$

= 14.6 – 0.864 = 0

= 13.74





EX : 29 એક નિયંત્રણ આલેખ માટે UCL = 40.12 છે અને $\bar{\bar{X}}$ = 30.12 છે તો LCL શોધો. જો $\bar{X}$ની દસ કિંમતો અનુક્રમે 21,27,35,32,31,36,37,35,32,28 હોય તો ઉત્પાદન વિશે તમારો નિર્ણય આપો.

$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$ $\qquad\qquad$ $LCL = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$

$40.12 = 30.12 + A_2\bar{R}$ $\qquad\qquad$ $= 30.12 - 10$

$10 = A_2\bar{R}$ $\qquad\qquad$ $= 20.12$

EX : 30 (1) $\bar{\bar{X}} = 1.2$ UCL = 1.8 હોય તો LCL = 2.4

(2) નીચેની ઉત્પાદન પ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં નથી

$\bar{\bar{X}} = 34$, UCL = 50, LCL = 18 અવલોકન : 35,37,38,42,41,49,46

EX : 31 (1) R આલેખ માટે જો , LCL = 0, UCL = 0.0243, $D_3 = 0$, $D_4 = 2.11$ હોય તો CL શોધો.

(2) $\bar{X}$ - આલેખ માટે જો UCL = 47.6 CL = 44.2 તથા R આલેખ માટે જો CL = 5.8 હોય તો **A_2 ની કિંમત શોધો.**

Ex : 32 (1) સામાન્ય સંકેતો અનુસાર જો m = 10, $\sum \bar{X} = 91.84$, $\sum R = 1.82$, UCL = 9.289, $UCL_R = 0.3847$ હોય તો **A_2** અને D_4ની કિંમત શોધો.

EX :34 ખામીપ્રમાણનો આલેખ તૈયાર કરો.

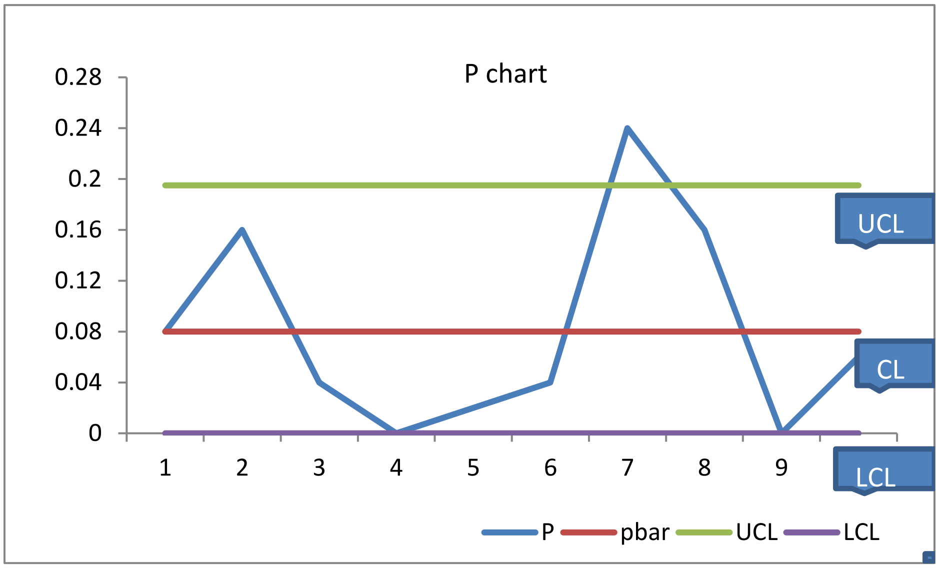
તારીખ	તપાસેલી વસ્તુની સંખ્યા	ખામીવાળી વસ્તુની સંખ્યા d	ખામીપ્રમાણ $P=\frac{d}{n}$
1	50	4	0.08
2	50	8	0.16
3	50	2	0.04
4	50	0	0
5	50	1	0.02
6	50	2	0.04
7	50	12	0.24
8	50	8	0.16
9	50	0	0
10	50	3	0.06

$\bar{P} = \frac{\sum P}{m} = \frac{0.8}{10} = 0.08$ $\quad$ $UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$ $\qquad$ $LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

$= 0.08 + 3\sqrt{\frac{0.08(0.92)}{50}}$ $\qquad$ $= 0.08 - 3\sqrt{\frac{0.08(0.92)}{50}}$

$= 0.08 + 0.1151$ $\qquad$ $= 0.08 - 0.1151$

= 0.1951 = 0



Ex : 36 પારૂલ એન્ડ રીતા કંપની પેનની સ્ટીલ બનાવે છે દરરોજ 1,000 સ્ટીલનો નિદર્શ લેવામાં આવે છે. અને ખામીવાળી સ્ટીલની સંખ્યા ગણવામાં આવે છે. નીચે 15 દિવસનો અહેવાલ આપ્યો છે. યોગ્ય નકશો દોરી ઉત્પાદન પ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં છે કે નહીં તેનો નિર્ણય કરો.

દિવસ	1	2	3	4	5	6	7	8
ખામીવાળી સ્ટીલની સંખ્યા	115	217	110	173	115	164	142	150
દિવસ	9	10	11	12	13	14	15	
ખામીવાળી સ્ટીલની સંખ્યા	172	154	228	197	142	265	100	

$n\bar{p} = \frac{\sum np}{m} = \frac{2444}{15} = 162.93$

$\bar{p} = \frac{n\bar{p}}{n} = \frac{162.93}{1000} = 0.1629$

$1 - \bar{p} = 1 - 0.1629 = 0.8371$

U.C.L $= \overline{np} + 3\sqrt{\overline{np}\,(1-\bar{p})}$

$= 162.93 + 3\sqrt{162.93(0.8371)}$

$= 162.93 + 35.04$

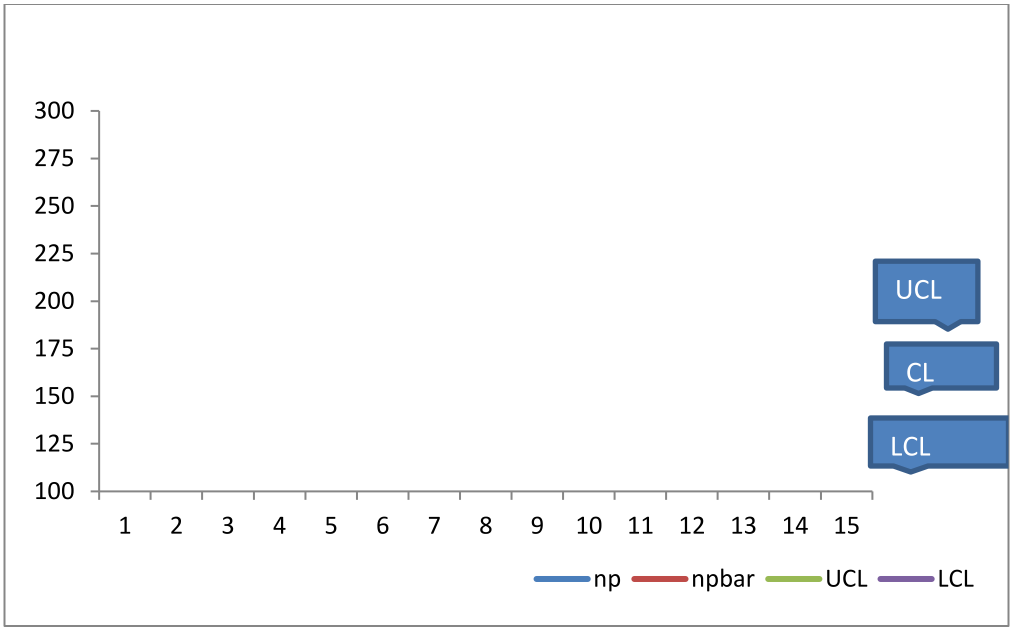
$= 197.34$

L.C.L $= \overline{np} - 3\sqrt{\overline{np}\,(1-\bar{p})}$

$= 162.93 - 3\sqrt{162.93(0.8371)}$

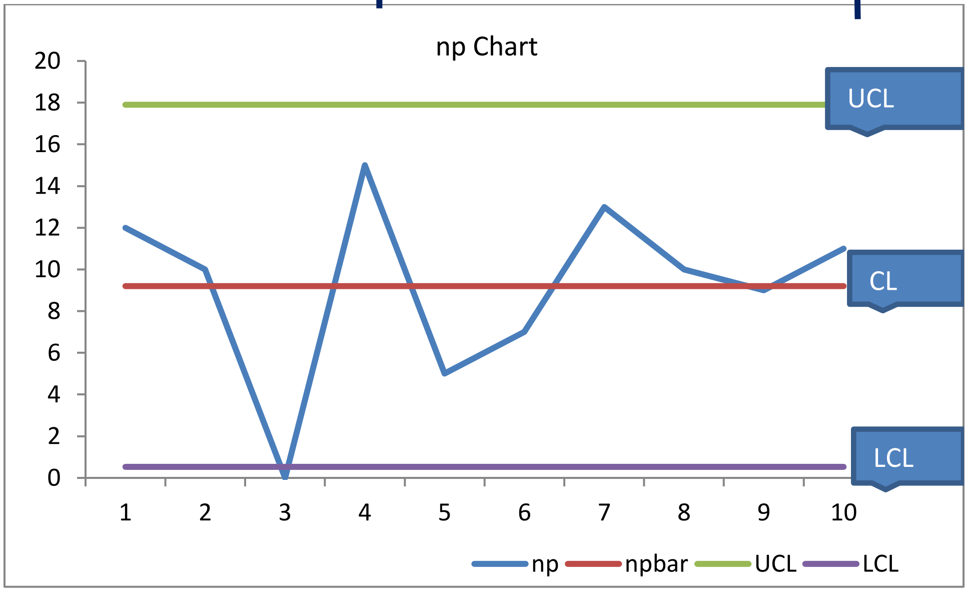
$= 162.93 - 35.04$

$= 127.8$



EX :38 100 વસ્તુઓના 10 નિદર્શોમાં ખામી ધરાવતી વસ્તુઓની સંખ્યા અનુક્રમે 12,10,00,15,05,07,13,10,09,11 છે આ માહિતી માટે યોગ્ય આલેખ દોરી તમારો નિર્ણય જણાવો.

$\overline{np} = \frac{\sum np}{m} = \frac{92}{10} = 9.2$	U.C.L= $\overline{np} + 3\sqrt{\overline{np}\,(1-\bar{p})}$	L.C.L = $\overline{np} - 3\sqrt{\overline{np}\,(1-\bar{p})}$
$\bar{p} = \frac{n\bar{p}}{n} = \frac{9.2}{100} = 0.092$	$= 9.2 + 3\sqrt{9.2(0.908)}$	$= 9.2 + 3\sqrt{9.2(0.908)}$
$1 - \bar{p} = 1 - 0.092 = 0.908$	$= 9.2 + 8.67$ $= 17.87$	$= 9.2 - 8.67$ $= 0.53$

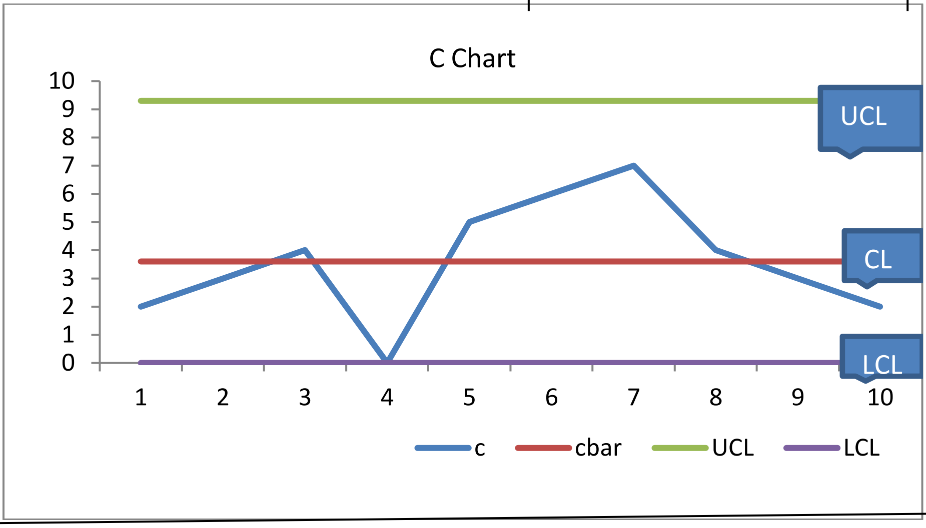


EX : 41 કાપડના એક સરખા માપના જુદા જુદા ટુકડાઓમાં ખામીઓ અનુક્રમે 2,3,4,0,5,6,7,4,3,2 માલૂમ પડે છે. યોગ્ય નિયંત્રણ આલેખ દોરો અને પ્રક્રિયા નિયંત્રણમાં છે કે કેમ તે જણાવો.

$C.L = \bar{C} = \frac{\sum C}{m}$ = $\frac{36}{10}$ = 3.6

UCL = $\bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}}$
= 3.6 +3$\sqrt{3.6}$
= 3.6 + 5.7
= 9.3

LCL = $\bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}}$
= 3.6 -3$\sqrt{3.6}$
= 3.6 – 5.7
= 0



EX : 42 એક કારખાનામાં દરરોજ 15 મશીનો તપાસવામાં આવ્યા છે. તેમાંની ખામીઓ નીચે આપવામાં આવી છે.

8	10	11	15	37	12	13	12
9	21	23	34	11	10	14	

$C.L = \bar{C} = \frac{\sum C}{m}$ = $\frac{240}{15}$ = 16

UCL = $\bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}}$
= 16+3$\sqrt{16}$
= 16 + 12
= 28

LCL = $\bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}}$
= 16 -3$\sqrt{16}$
= 16- 12
= 4