UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1997/98

Februari 1998

MSG 262/365 - Kawalan Mutu

Masa: [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LIMA soalan di dalam LIMA halaman dan SEMBILAN halaman Lampiran yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **SEMUA** soalan. Soalan-soalan mesti dijawab di dalam Bahasa Malaysia. Sifir New Cambridge Statistical Tables disediakan. Alat penghitung *non-programmable* boleh digunakan. Ia disediakan oleh pelajar diri sendiri.

1.(a) Apakah tujuh alat utama kawalan kualiti? Apakah fungsi-fungsinya? Huraikan dengan seteliti yang boleh setiapa alat di atas.

(50/100)

(b) Sebuah kilang mempunyai 5 buah mesin untuk menghasilkan sejenis barangan. Pada suatu pemeriksaan, sampel yang tak bersandar diambil dari setiap mesin dan ukurannya (di dalam unit tertentu) adalah seperti yang berikut:

Sampel	Ukuran					
Mesin (1)	1.20	1.35	1.05	1.10	1.15	
Mesin (2)	1.80	1.70	1.55	1.70		
Mesin (3)	1.15	1.30	1.10	1.25		
Mesin (4)	1.75	1.85	1.90	1.75	1.75	1.80
Mesin (5)	1.35	1.45	1.85	1.45		

Berdasarkan maklumat sampel-sampel, bolehkah kita menyatakan kualiti barangan itu adalah sama bagi 5 buah mesin ini? $\alpha = 0.05$.

(20/100)

(c) Tentukan satu rancangan pensampelan penerimaan tunggal supaya mempunyai kedua-dua sifat yang berikut:

(i) risiko pengeluar 0.05 untuk menolak barangan yang peratus kecacatannya ialah 0.8%.

(ii) risiko pengguna 0.10 untuk menerima barangan yang peratus kecacatannya ialah 2.5%.

Pilih rancangan yang memenuhi syarat pengeluar dan hampir syarat pengguna.

(30/100)

...2/-

2.(a) Sebuah kilang ingin menggunakan carta kawalan untuk mengawal proses penghasilannya. Maklumat data awal telah dikutip di dalam subsampel yang saiznya $n = 4$. Ringkasan datanya adalah seperti yang berikut:

Subsampel	$\bar{x}$	R	Subsampel	$\bar{x}$	R
1	7.22	0.37	14	7.42	0.34
2	7.40	0.35	15	7.72	0.37
3	7.43	0.31	16	7.51	0.38
4	7.35	0.34	17	7.31	0.34
5	7.48	0.37	18	7.39	0.74
6	7.44	0.29	19	7.40	0.32
7	7.38	0.30	20	7.40	0.34
8	7.36	0.67	21	7.80	0.30
9	7.76	0.38	22	7.47	0.37
10	7.42	0.34	23	7.41	0.68
11	7.36	0.36	24	7.45	0.35
12	7.37	0.32	25	7.34	0.39
13	7.65	0.36	26	7.36	0.36

(i) Binakan carta $\bar{x} - R$. Anggapkan data di luar had-had kawalan percubaan adalah disebabkan sebab-sebab terumpukkan dan tidak digunakan di dalam penghitungan.

(ii) Apakah kebarangkalian bahawa perubahan min proses ke 7.60 dapat dikesan oleh carta $\bar{x}$ pada sampel yang pertama selepas perubahan berlaku? Anggapan varians tidak berubah.

(iii) Dapatkan carta $\bar{x}$ dengan saiz subsampel n itu supaya dapat mengesan perubahan min proses ke 7.60 dengan keyakinan 90% pada subsampel yang pertama selepas perubahan berlaku.

(50/100)

(b) Bagi rancangan pensampelan penerimaan berjujukan butir demi butir yang berikut:

$$\alpha = 0.05, \qquad p_0 = 0.06;$$
$$\beta = 0.10, \qquad p_1 = 0.11;$$

tentukan persamaan garislurus penerimaannya dan persamaan garislurus penolakannya. Tunjukkan kawasan penerimaannya, kawasan penolakannya dan kawasan berterusannya di dalam graf, dan di dalam jadual sehingga cerapan yang ke-20.

(30/100)

...3/-

(c) Terangkan setiap yang berikut:

(i) Risiko pengeluar
(ii) Risiko peguna
(iii) LQL, paras kualiti penghad
(iv) AQL, paras kualiti yang boleh diterima
(v) AOQ, kualiti keluar secara purata
(vi) AOQL, had kualiti keluar secara purata

(20/100)

3.(a) Carta kawalan Shewhart, carta-*p* kadaran kecacatan ingin digunakan untuk memonitor suatu proses penghasilan part alat elektronik. Data awal 25 sampel setiap saiz 1000 telah diambil dari proses ini dan datanya adalah seperti yang berikut:

Subsampel	Bilangan butir yang cacat	Subsampel	Bilangan butir yang cacat
1	19	14	30
2	11	15	8
3	7	16	12
4	5	17	7
5	11	18	15
6	11	19	10
7	9	20	7
8	7	21	12
9	14	22	7
10	13	23	8
11	8	24	12
12	9	25	10
13	3		

(i) Binakan carta-*p*. Anggapkan data awal yang di luar had-had kawalan percubaan disebabkan sebab-sebab terumpukan dan tidak diambil kira di dalam penghitungan.

(ii) Proses penghasilan sedang dijalankan. Suatu sampel dengan saiz $n = 1000$ diambil dan didapati bilangan butir yang cacat ialah 17, adalah proses di dalam kawalan?

(iii) Katakan proses penghasilan telah berubah ke atas 25% nilai piawainya. Apakah kebarangkalian carta ini dapat mengesan perubahan di dalam sampel pertama selepas perubahan berlaku?

(50/100)

(b) Jika saiz lot N = 20,000, AQL = 1.00%, gunakan MIL STD 105E pada paras inspeksi II, tentukan rancangan pensampelan penerimaan berganda dua untuk inspeksi normal, inspeksi ketat dan inspeksi longgar. Jelaskan erti nombor-nombor yang diberikan.

(20/100)

...4/-

(c) Yang berikut ialah rancangan pensampelan penerimaan berganda tiga yang telah dipersetujui di antara pengeluar dan pembeli

$$\begin{array}{lll} n_1 = 70, & c_1 = 1, & r_1 = 4; \\ n_2 = 70, & c_2 = 4, & r_2 = 8; \\ n_3 = 70, & c_3 = 8, & r_3 = 9; \end{array}$$

Katakan x_1, x_2, x_3 masing-masing ialah bilangan butir yang cacat di dalam sampel pertama, sampel kedua dan sampel ketiga.

(i) Dapatkan bahagian lengkung cirian pengoperasian selepas sampel yang pertama.
(ii) Dapatkan persamaan kebarangkalian penerimaan lot pada sampel ketiga.

(30/100)

4.(a) Carta kawalan Shewhart $\bar{x} - s$ ingin digunakan untuk memonitor suatu proses penghasilan. Dari data awal 25 subsampel setiap bersaiz $n = 5$, maklumat yang didapati diringkas seperti yang di bawah:

Subsampel	$\bar{x}$	s	Subsampel	$\bar{x}$	s
1	5.05	0.11	14	5.15	0.06
2	5.23	0.12	15	5.16	0.09
3	5.17	0.08	16	5.23	0.12
4	5.12	0.07	17	5.24	0.16
5	5.24	0.13	18	5.20	0.21
6	5.21	0.31	19	5.13	0.24
7	5.12	0.12	20	5.12	0.17
8	5.35	0.22	21	5.18	0.08
9	5.75	0.13	22	5.24	0.12
10	5.20	0.12	23	5.22	0.14
11	5.18	0.08	24	5.34	0.16
12	5.16	0.09	25	5.06	0.10
13	5.25	0.07			

(i) Binakan carta $\bar{x} - s$ untuk kegunaan kelak. Anggapkan data awal yang di luar had-had kawalan percubaan adalah disebabkan sebab-sebab terumpukkan dan tidak digunakan di dalam penghitungan.

(ii) Jika spesifikasi dari satu permintaan ialah $5.15 + 0.05$, apakah indeks keupayaan proses merujuk kepada spesifikasi ini?

(iii) Apakah kebarangkalian sebuah butir yang diambil secara rawak dari proses ini akan memenuhi spesifikasi ini?

(50/100)

(b) Terangkan pembinaan carta Shewhart, carta-u bilangan kecacatan per unit.

Andaikan bahawa bilangan kecacatan di dalam sebuah barangan adalah c, dan c bertaburan Poisson.

(20/100)

...5/-

(c) Suatu proses penghasilan telah diketahui stabil. Pihak pengurus ingin menggunakan carta-*D* (carta demerit per unit) untuk menjaga proses penghasilannya. Dari 25 subsampel setiap saiz 150, maklumat yang berikut dicatat:

Jenis kecacatan	genting	major	minor
Bilangan kecatatan	15	48	450

(i) Dapatkan carta-*D* jika pemberat bagi 3 jenis kecacatan ialah 25 : 5 : 1.

(ii) Pada suatu pemeriksaan, dari sampel yang saiznya 150, didapati

Jenis kecacatan	genting	major	minor
Bilangan kecatatan	2	10	10

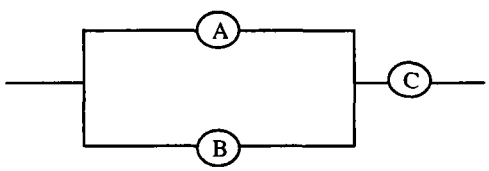
Dapatkan demerit per unit bagi sampel ini. Adakah proses ini di dalam kawalan?

(30/100)

5.(a) Huraikan perhubungan-perhubungan di antara speksifikasi-spesifikasi dan kebolehan bagi suatu proses penghasilan.

(20/100)

(b) Satu sistem terdiri daripada 3 komponen yang disambung seperti yang berikut:



Katakan masa hayat komponan-komponen adalah tak bersandar dan setiap bertaburan X dengan f.k.k. $f(x)$,

$$f(x) = 0.03e^{-0.03x}, \quad x > 0.$$

Jika T ialah masa hayat bagi sistem ini, cari fungsi ketumpatan kebarangkalian bagi T.

(40/100)

(c) X ialah pemb. rawak masa hayat suatu peralatan di dalam sebuah kapal angkasa lepas, dan kadar bahayanya ialah

$$h(x) = \alpha x^{\alpha-1}, \quad x > 0$$
$$\alpha \geq 0 \text{ (tetapan)}$$

(i) tentukan f.k.k. bagi X.

(ii) jika $\alpha = 0$, cara kebolehpercayaan pada masa $t = \mu$, μ ialah min bagi X.

(40/100)

-ooo0ooo-

Table 6-4 ***np'* Values for Corresponding *c* Values and Typical Producer's and Consumer's Risks**

c	$P_a = 0.95$ ($\alpha = 0.05$)	$P_a = 0.10$ ($\beta = 0.10$)	*Ratio of* $p'_{0.10}/p'_{0.95}$
0	0.051	2.303	44.890
1	0.355	3.890	10.946
2	0.818	5.322	6.509
3	1.366	6.681	4.890
4	1.970	7.994	4.057
5	2.613	9.275	3.549
6	3.286	10.532	3.206
7	3.981	11.771	2.957
8	4.695	12.995	2.768
9	5.426	14.206	2.618
10	6.169	15.407	2.497
11	6.924	16.598	2.397
12	7.690	17.782	2.312
13	8.464	18.958	2.240
14	9.246	20.128	2.177
15	10.035	21.292	2.122

Source: Extracted by permission from J. M. Cameron, "Tables for Constructing and for Computing the Operating Characteristics of Single-Sampling Plans," *Industrial Quality Control*, 9, No. 1 (July 1952), p. 39.

Table 6-5 Sample-Size Code Letters (Table I of MIL-STD 105D)

Lot or batch size			Special inspection levels				General inspection levels		
			S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	to	8	A	A	A	A	A	A	B
9	to	15	A	A	A	A	A	B	C
16	to	25	A	A	B	B	B	C	D
26	to	50	A	B	B	C	C	D	E
51	to	90	B	B	C	C	C	E	F
91	to	150	B	B	C	D	D	F	G
151	to	280	B	C	D	E	E	G	H
281	to	500	B	C	D	E	F	H	J
501	to	1200	C	C	E	F	G	J	K
1201	to	3200	C	D	E	G	H	K	L
3201	to	10000	C	D	F	G	J	L	M
10001	to	35000	C	D	F	H	K	M	N
35001	to	150000	D	E	G	J	L	N	P
150001	to	500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001	and	over	D	E	H	K	N	Q	R

Note.

Small sample inspection levels of MIL-STD-105C	*Convert to these special inspection levels*
L-1 and L-2	S-1
L-3 and L-4	S-2
L-5 and L-6	S-3
L-7 and L-8	S-4

Table 6-6 Single Sampling Plans for Normal Inspection (Table II-A of MIL-STD 105D)[a]

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																													
		0.010		0.015		0.025		0.040		0.065		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10	
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	2	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩	0	1	⇩
B	3																										0	1	⇧⇩		
C	5																								0	1	⇧⇩		⇧⇩	1	2
D	8																						0	1	⇧⇩		⇩	1	2	2	3
E	13																				0	1	⇧⇩		⇧⇩	1	2	2	3	3	4
F	20																			0	1	⇧	⇩	1	2	2	3	3	4	5	6
G	32																	0	1	⇧⇩		⇩	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8
H	50															0	1	⇧⇩		⇧⇩	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11
J	80													0	1	⇧		⇧⇩	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15
K	125											0	1	⇧⇩		⇩	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22
L	200										0	1	⇧⇩		⇧⇩	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	
M	315								0	1	⇧⇩		⇧⇩	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22			
N	500						0	1	⇧⇩		⇩	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22					
P	800				0	1	⇧⇩		⇩	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22							
Q	1250		0	1	⇧		⇩	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22									
R	2000	⇧		⇧		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	⇧									

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																													
		15		25		40		65		100		150		250		400		650		1000											
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re										
A	2	⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	30	31										
B	3	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	30	31	44	45										
C	5	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	30	31	44	45												
D	8	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	30	31	44	45														
E	13	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	30	31	44	45																
F	20	7	8	10	11	14	15	21	22																						
G	32	10	11	14	15	21	22																								
H	50	14	15	21	22																										
J	80	21	22																												
K	125																														
L	200																														
M	315																														
N	500																														
P	800																														
Q	1250																														
R	2000	⇧																													

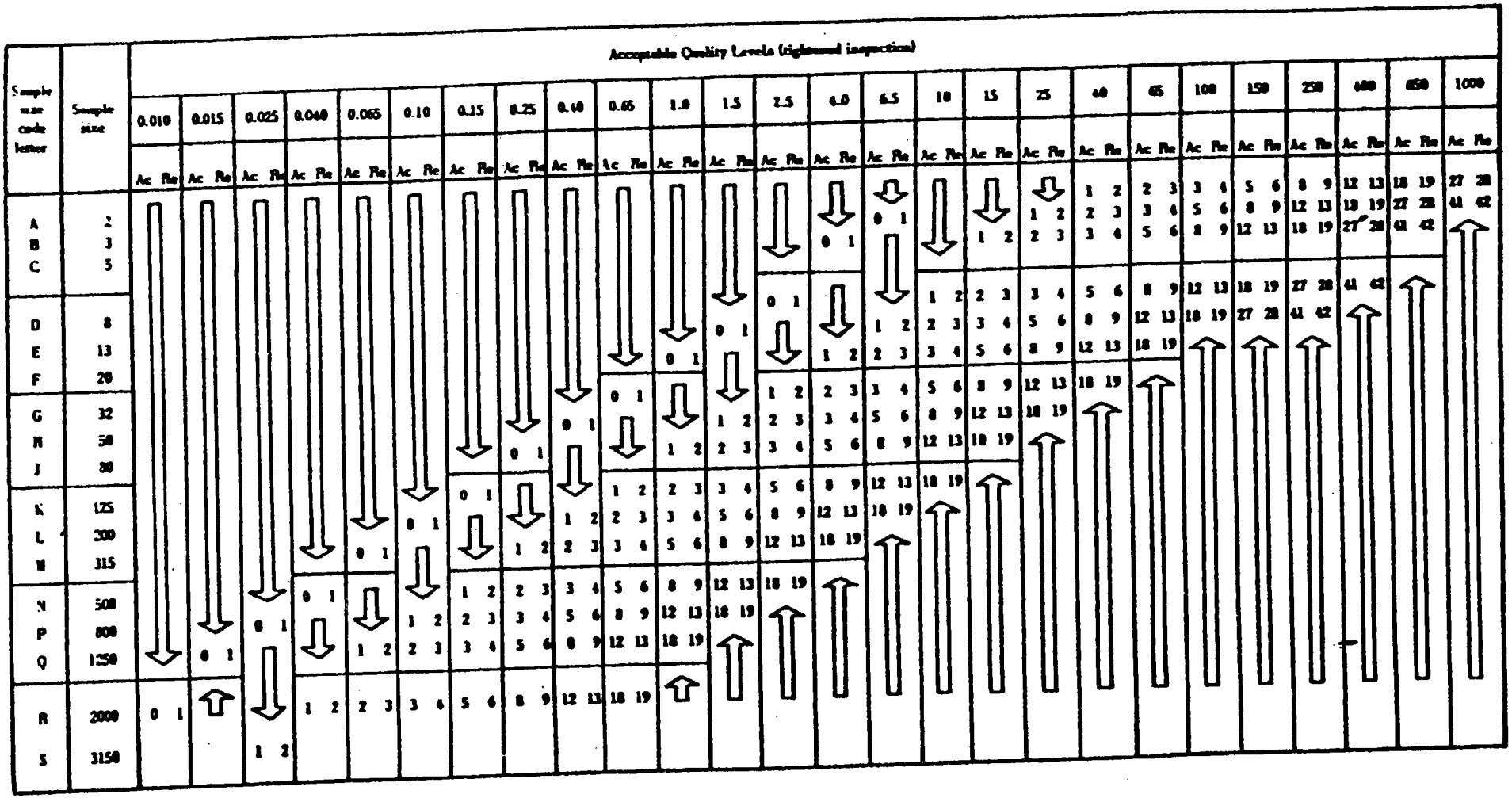
⇩ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals, or exceeds, lot or batch size, do 100 percent inspection.

⇧ = Use first sampling plan above arrow.

Ac = Acceptance number.

Re = Rejection number.

Table 6-7 Single Sampling Plans for Tightened Inspection (Table II-B of MIL-STD 105D)[a]



Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (tightened inspection)																													
		0.010		0.015		0.025		0.040		0.065		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10	
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	2	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	⇩	
B	3																														
C	5																														
D	8																									0	1			⇩	
E	13																														
F	20																														
G	32																							0	1			1	2		
H	50																														
J	80																														
K	125																														
L	200																														
M	315																														
N	500																														
P	800																														
Q	1250																														
R	2000																														
S	3150																														

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (tightened inspection)																													
		15		25		40		65		100		150		250		400		650		1000											
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re										
A	2	⇩		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	27	28										
B	3					2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	27	28	41	42										
C	5					3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	27	28	41	42												
D	8					5	6	8	9	12	13	18	19	27	28	41	42														
E	13					8	9	12	13	18	19																				
F	20					12	13	18	19																						
G	32					18	19																								
H	50																														
J	80																														
K	125																														
L	200																														
M	315																														
N	500																														
P	800																														
Q	1250																														
R	2000																														
S	3150																														

⇩ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
⇧ = Use first sampling plan above arrow.
Ac = Acceptance number.
Re = Rejection number.

Table 6-8 Single Sampling Plans for Reduced Inspection (Table II-C of MIL-STD 105D)*

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (reduced inspection)†																																					
		0.010		0.015		0.025		0.040		0.065		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10		15		25		40		65		100		150		250		400		650		1000	
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	2	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	⇩		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	30	31
B	2																											0	1	⇩		⇩		0	2	1	3	2	4	3	5	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	30	31
C	2																													⇩		⇩		0	1	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	⇧	
D	3																							0	1	⇩		⇩		0	2	1	3	1	4	2	5	3	6	5	8	7	10	10	13	14	17	21	24	⇧			
E	5																																	0	2	1	3	1	4	2	5	3	6	5	8	7	10	10	13	⇧			
F	8																																																		
G	13																																																		
H	20																																																		
J	32																																																		
K	50																																																		
L	80																																																		
M	125																																																		
N	200																																																		
P	315																																																		
Q	500																																																		
R	800																																																		

⇩ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
⇧ = Use first sampling plan above arrow.
Ac = Acceptance number.
Re = Rejection number.
† = If the acceptance number has been exceeded, but the rejection number has not been reached, accept the lot, but reinstate normal inspection (see 10.1.3).

Table 8-9 Double Sampling Plans for Normal Inspection (Table III-A of MIL-STD 105D)[a]

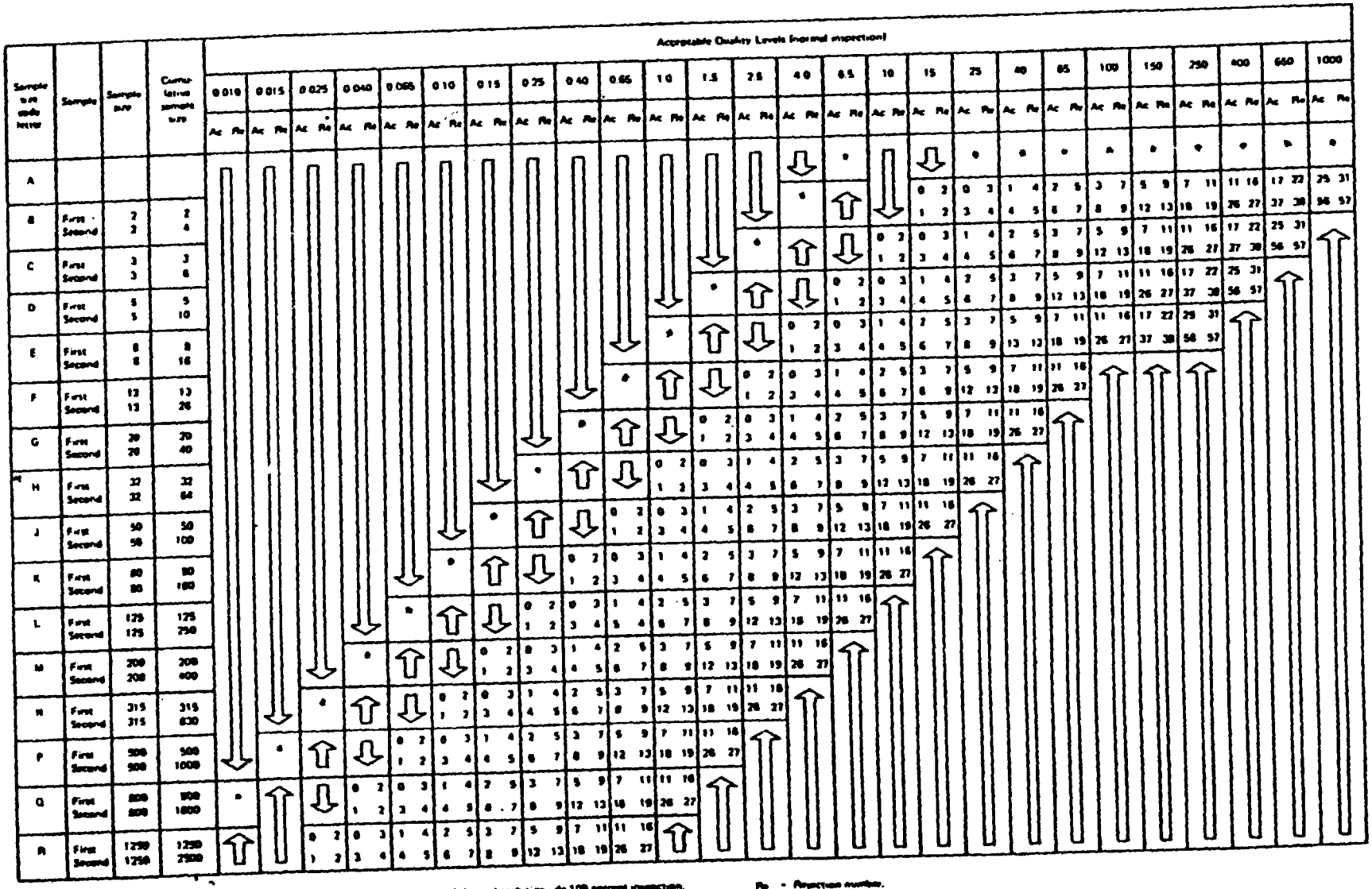
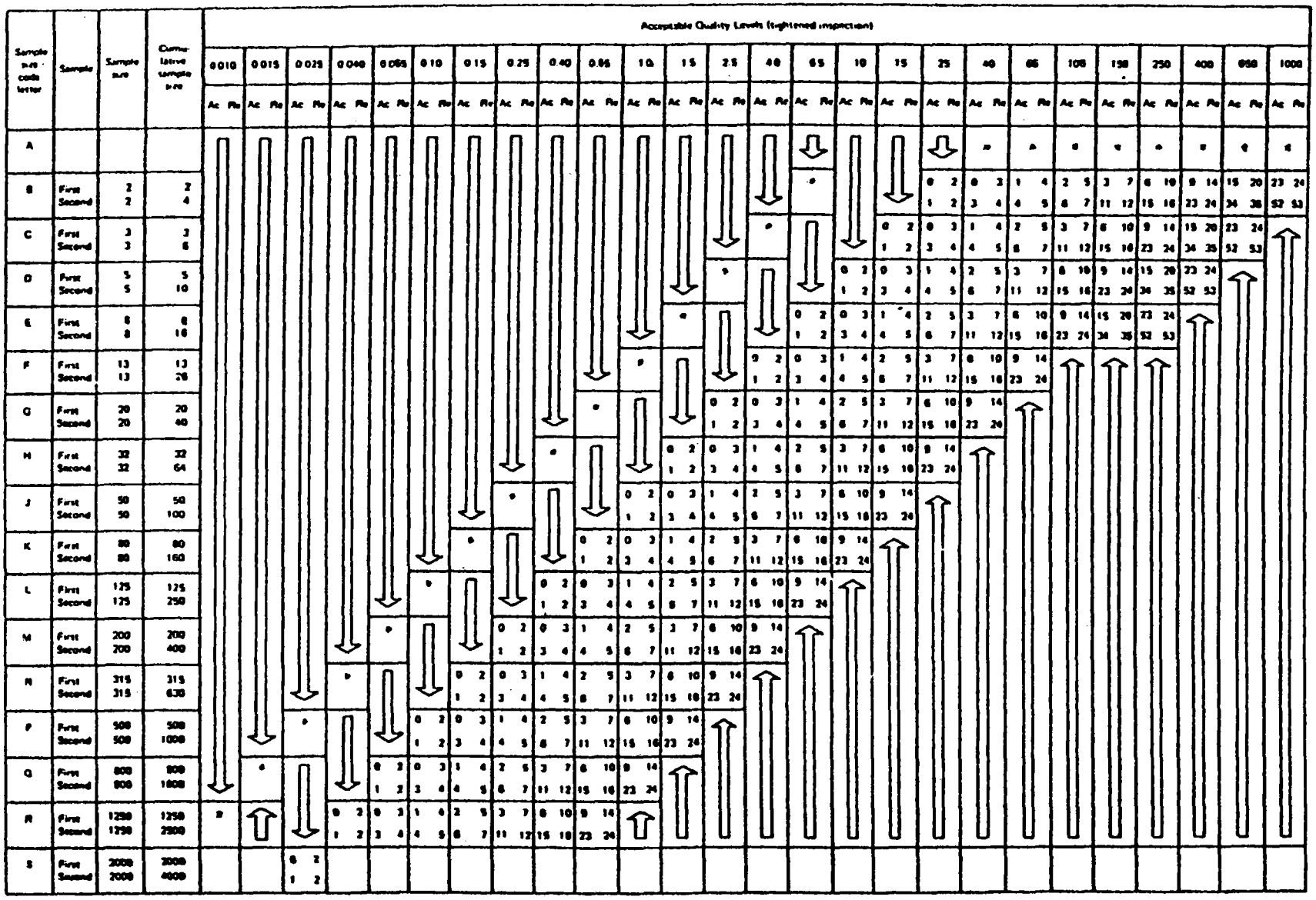


Table 8-10 Double Sampling Plans for Tightened Inspection (Table III-B of MIL-STD 105D)[a]



Sample size code letter	Sample	Sample size	Cumulative sample size	Acceptable Quality Levels (tightened inspection)																																			
				0.010		0.015		0.025		0.040		0.065		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10		15		25		40	
				Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A																																								
B	First	2	2																																				
	Second	2	4																																				
C	First	3	3																																				
	Second	3	6																																				
D	First	5	5																																				
	Second	5	10																																				
E	First	8	8																																				
	Second	8	16																																				
F	First	13	13																																				
	Second	13	26																																				
G	First	20	20																																				
	Second	20	40																																				
H	First	32	32																																				
	Second	32	64																																				
J	First	50	50																																				
	Second	50	100																																				
K	First	80	80																																				
	Second	80	160																																				
L	First	125	125																																				
	Second	125	250																																				
M	First	200	200																																				
	Second	200	400																																				
N	First	315	315																																				
	Second	315	630																																				
P	First	500	500																																				
	Second	500	1000																																				
Q	First	800	800																																				
	Second	800	1600																																				
R	First	1250	1250																																				
	Second	1250	2500																																				
S	First	2000	2000																																				
	Second	2000	4000																																				

Sample size code letter	Sample	Sample size	Cumulative sample size	Acceptable Quality Levels (tightened inspection)																																			
				65		100		150		250		400		650		1000																							
				Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re																						
A				⇩						⇩																													
B	First	2	2	⇩						0	2	0	2	1	4	2	5																						
	Second	2	4							1	2	3	4	4	5	6	7																						
C	First	3	3							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7																				
	Second	3	6							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12																				
D	First	5	5							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	6	10																		
	Second	5	10							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12	15	16																		
E	First	8	8							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	6	10	9	14																
	Second	8	16							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12	15	16	23	24																
F	First	13	13							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	6	10	9	14																
	Second	13	26							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12	15	16	23	24																
G	First	20	20							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	6	10	9	14																
	Second	20	40							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12	15	16	23	24																
H	First	32	32							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	6	10	9	14																
	Second	32	64							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12	15	16	23	24																
J	First	50	50							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	6	10	9	14																
	Second	50	100							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12	15	16	23	24																
K	First	80	80							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	6	10	9	14																
	Second	80	160							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12	15	16	23	24																
L	First	125	125							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	6	10	9	14																
	Second	125	250							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12	15	16	23	24																
M	First	200	200							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	6	10	9	14																
	Second	200	400							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12	15	16	23	24																
N	First	315	315							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	6	10	9	14																
	Second	315	630							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12	15	16	23	24																
P	First	500	500							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	6	10	9	14																
	Second	500	1000							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12	15	16	23	24																
Q	First	800	800							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	6	10	9	14																
	Second	800	1600							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12	15	16	23	24																
R	First	1250	1250							0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	6	10	9	14																
	Second	1250	2500							1	2	3	4	4	5	6	7	11	12	15	16	23	24																
S	First	2000	2000																																				
	Second	2000	4000																																				

⇩ - Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.

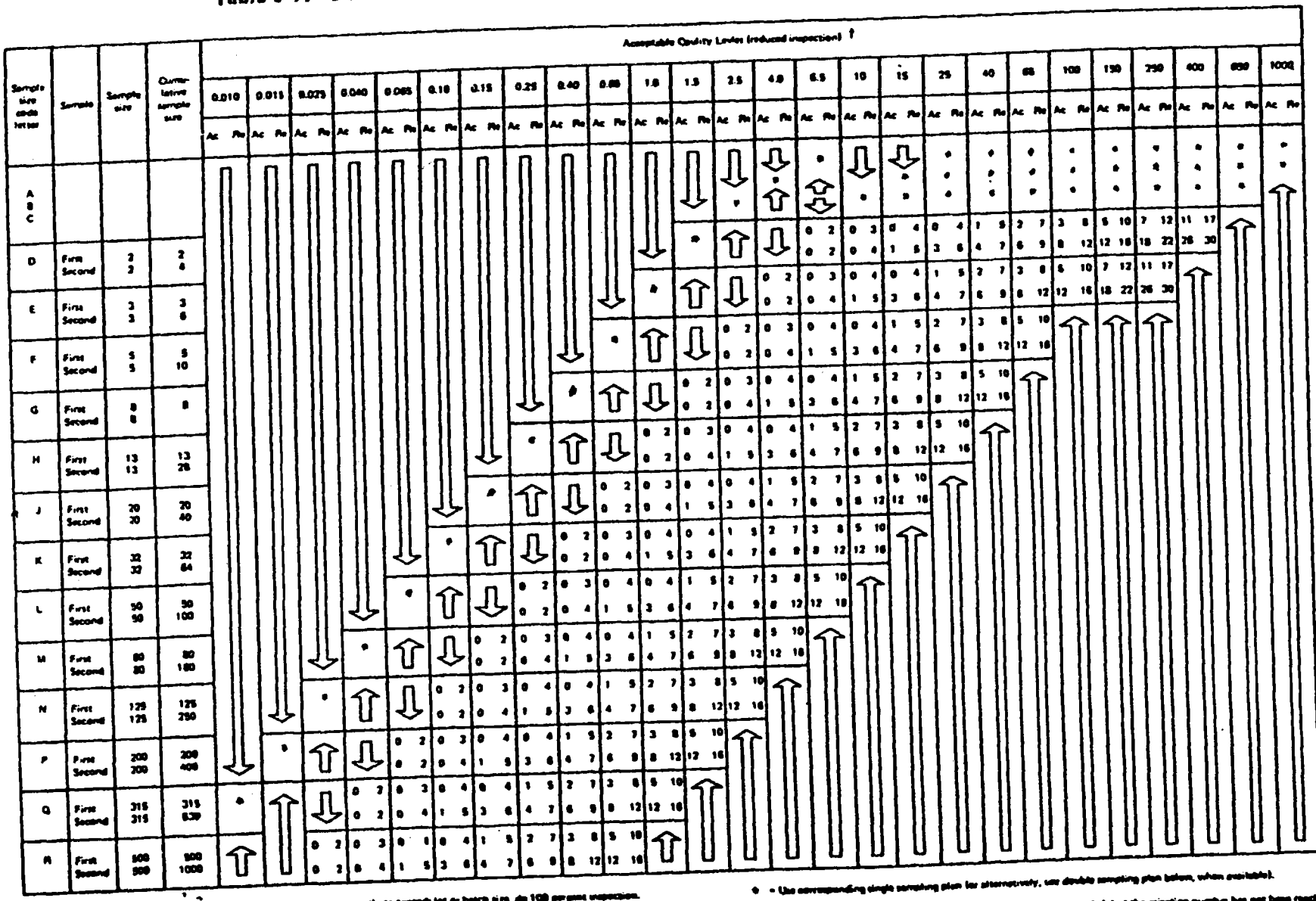
⇧ - Use first sampling plan above arrow.

Ac - Acceptance number.

Re - Rejection number.

e - Use corresponding single sampling plan (or alternatively, use double sampling plan below, where available).

Table 6-11 Double Sampling Plans for Reduced Inspection (Table III-C of MIL-STD 105D)[a]



↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.

↑ = Use first sampling plan above arrow.

Ac = Acceptance number.

Re = Rejection number.

* = Use corresponding single sampling plan (or alternatively, use double sampling plan below, where available).

† = If, after the second sample, the acceptance number has been exceeded, but the rejection number has not been reached, accept the lot, but reinstate normal inspection (see 10.6).

TABLE B Factors for Computing Central Lines and 3σ Control Limits for $\bar{X}$, s, and R, Charts

Observations in Sample, n	Chart for Averages: Factors for Control Limits A	A_2	A_3	Chart for Standard Deviations: Factors for Central Line c_4	$1/c_4$	Factors for Control Limits B_3	B_4	B_5	B_6	Chart for Ranges: Factors for Central Line d_2	$1/d_2$	Factors for Control Limits d_3	D_1	D_2	D_3	D_4
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.653	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548
25	0.600	0.135	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

Copyright ASTM, 1916 Race Street, Philadelphia, PA, 19103, Reprinted with permission.