

다수 blocksize를 갖는 E-optimal Block Design의 설계에 관한 연구*

이 광 영**

<요 약>

지금까지의 단일 block size를 전제로 한 E-optimal block design들을 다수 block size로 확장하는 문제를 종합 정리하고(Lee & Jacroux(1987) 참조), 이를 토대로 기존의 단일 block size를 갖는 block design의 table들을 이용하여 여러 block size의 종류들 중에서 우선 실용도가 가장 높은 경우인 두 가지 상이한 block size를 갖는 새로운 E-optimal block design의 table을 제작하였음.

1. 서 론

지금까지 발표된 통계 실험 계획으로서의 block design에 관한 연구는 대부분 동일 block size에 국한되고 있다. 특히 optimality에 관한 연구는 사실상 단일 block size의 design만을 대상으로 해 오고 있는데 이것은 다수개 block size를 갖는 design의 처리가 너무나 복잡하고 난해한 문제이기 때문이다. 그러나 단일 block size의 design은 모든 block에 포함될 실험 단위의 개수를 한가지로 통일해야 하기 때문에 실제 적용에 있어서 많은 제약과 불편이 있으므로 이 제약의 극복은 현실적으로 크게 요청되는 중요과제이다. 그래서 본 연구에서는 기존의 단일 block size design에 관한 E-optimality의 결과들을 복수 block size에서의 이론으로 확장하여 실제의 모든 실험계획에 편리하게 적용할 수 있는 획기적인 방법을 시도하였다. 본 논문에 쓰인 모든 용어와 기호는 참고문헌 Lee & Jacroux(1987)와 Raghavarao(1971)에 준한다.

2. 다수 block size design에서의 E-optimality

v 개의 처리를 b 개의 block에 배치하는데 b_i 개의 block에 $k_i(i=1, 2, \dots, s)$ 개씩의 처리가 주어지는 모든 connected design의 집합을 $\Omega(v; b_1 \dots b_s; k_1 \dots k_s)$ 로 표시한다. 여기서 b_1

* 본 연구는 1986년도 문교부 학술 연구 조성비(자유과제)지원에 의하여 이룩되었음.

** 아주대학교 이과대학 수학과, 경기도 수원시 원천동 산 5번지

$+b_2+\dots+b_s=b$ 이고 $k_1 < k_2 < \dots < k_s$ 라 둔다. 그런데 connected가 아닌 design은 실제적으로 별로 가치가 없으므로 우리가 논의하는 design은 집합 Ω 의 범위에 국한시킨다.

우리는 standard group divisible design (Raghavarao(1971) 참조)의 idea를 다수 block size design에 까지 확장하여 group divisible design with unequal block sizes를 만들고 이를 GDUB design이라 부른다(Lee & Jacroux(1987)참조).

지금 design $d \in \Omega$ 의 information matrix를 $C(d) = (c_{ij}(d))$, $i=1, 2, \dots, v$; $j=1, 2, \dots, b$ 라 하고 $k = \sum k_i$ 라 둔다. 처리 $1, 2, \dots, v$ 를 각각 n 개씩 m 개의 disjoint인 group V_1, V_2, \dots, V_m 으로 분할하여 다음 조건을 만족 시키도록 할 수 있을 때, 즉

(i) $i, j \in V_p (p=1, 2, \dots, m)$, $i \neq j$ 에 대하여 어떤 상수 $\lambda_1(d)$ 이 있어서

$$kc_{ij}(d) = -\lambda_1(d) \text{이고,}$$

(ii) $i \in V_p, j \in V_q, p \neq q$ 에 대하여 어떤 상수 $\lambda_2(d)$ 가 있어서

$$kc_{ij}(d) = -\lambda_2(d) \text{일 때}$$

$d \in \Omega$ 를 모수 $v, m, n, b_i (i=1, 2, \dots, s), k_i (i=1, 2, \dots, s), r = (b_1k_1 + \dots + b_s k_s)/v, \lambda_1(d), \lambda_2(d)$ 를 갖는 GDUB design이라 부른다.

이 때 design $d \in \Omega$ 에 대한 information matrix $C(d)$ 의 고유치들을

$$0 = \mu_0(d) < \mu_1(d) \leq \mu_2(d) \leq \dots \leq \mu_{v-1}(d)$$

라 두었을 때 어떤 design $d^* \in \Omega$ 가 모든 $d \in \Omega$ 에 대하여

$$\mu_1(d^*) \geq \mu_1(d)$$

을 만족시킬 때 design d^* 를 Ω 에서 E-optimal이라 한다.

처리효과 $\alpha_i, i=1, 2, \dots, v$ 의 최소자승법에 의한 추정량을 $\hat{\alpha}_i, i=1, 2, \dots, v$ 로 표시하고 이들의 표준화된 계수에 의한 추정 가능 함수 $\sum a_i \hat{\alpha}_i$ 을 생각할 때 이 확률변수의 E-optimal design $d^* \in \Omega$ 하에서의 분산과 임의의 design $d \in \Omega$ 하에서의 분산사이에

$$\begin{array}{ccc} \max_{(a_1, \dots, a_v)} \text{var}_{d^*} \left(\sum_{i=1}^v a_i \hat{\alpha}_i \right) & \leq & \max_d \text{var}_d \left(\sum_{i=1}^v a_i \hat{\alpha}_i \right) \\ (a_1, \dots, a_v) & & (a_1, \dots, a_v) \\ a_1 + \dots + a_v = 0 & & a_1 + \dots + a_v = 0 \\ a_1^2 + \dots + a_v^2 = 1 & & a_1^2 + \dots + a_v^2 = 1 \end{array}$$

의 관계가 있음이 알려져 있다(Ehrenfeld(1955) 참조). 따라서 E-optimal design이란 것은 처리효과에 대한 어떤 추정 가능 함수에 관한 확률변수의 분산의 상한을 극소화 시켜주는 design을 말한다는 해석을 할 수 있다(Lee & Jacroux(1987) 참조).

우리는 단일 block size design에서의 E-optimality에 관한 Takeuchi(1961), Cheng(1980), Jacroux(1982)의 연구들을 복수 block size의 경우, 즉 GDUB design에서의 이론으로 확장하여 다음과 같은 성질들을 발견할 수 있다. 즉, $\Omega(t; b_1, b_2, \dots, b_s; k_1, k_2, \dots, k_s)$ 에서 $k =$

$\Pi k_i, z = \gcd(k_1, k_2, \dots, k_s), k_i = z z_i, i = 1, 2, \dots, s$ 라 두면 binary GDUB design $d^* \in \Omega$ 에 대하여 다음과 같은 결과를 얻는다(Lee & Jacroux(1987) 참조).

(정리 1) $\lambda_2(d^*) - \lambda_1(d^*) = z$ 이면 d^* 는 Ω 에서 E-optimal이다.

(정리 2) $n = 2$ 이고 $\lambda_2(d^*) - \lambda_1(d^*) = z$ 이면 d^* 는 Ω 에서 E-optimal이다.

(정리 3) $m = 2$ 이고 $\lambda_2(d^*) - \lambda_1(d^*) = 2z$ 이면 d^* 는 Ω 에서 E-optimal이다.

3. E-optimal GDUB design table의 구성과 사용

위에서 기술한 정리1, 정리2, 정리3의 방법으로 기존의 단일 block size에서의 design table, 즉 Clathworthy(1973)와 Raghavarao(1971)에 있는 design들을 source로 하고 이들을 결합하여 두 가지의 상이한 block size를 갖는 새로운 E-optimal GDUB design들을 computer로 찾아내어 table을 구성하였다. Table의 규모를 줄이기 위하여 각 source design의 모수들을 실용도가 비교적 높은 범위로 제한하였다. 이 table에서 Bxx는 Raghavarao(1971)의 p.91에 있는 Balanced block design의 번호를 말하고 Sxx, Rxx와 SRxx는 Clathworthy(1973)에 있는 Singular design, Regular design, Semi-Regular design의 번호를 나타낸다. 모든 모수의 기호와 이에 관련된 용어는 Lee & Jacroux(1987)와 Raghavarao(1971)에 따른다.

이 table을 사용하여 하나의 새로운 design을 구성하는 방법은 Construction $x_1 d_1 + x_2 d_2$ 에 따라 x_1 개의 source design d_1 과 x_2 개의 source design d_2 를 나란히 결합하는 것이다. 즉 이것은 두 개의 incidence matrix를 병치하여 새로운 design의 incidence matrix를 만드는 일에 해당한다.

여기서 모수 $v, m, n, b, k, r(d) = b k / v, \lambda_1(d), \lambda_2(d), i = 1, 2$,를 갖는 두 group divisible design d_1 과 d_2 를 잡았을 때 x_1 개의 design d_1 과 x_2 개의 design d_2 를 결합하면 모수 $v, m, n, b_1(d) = x_1 b_1, b_2(d) = x_2 b_2, k_1, k_2$

$$\begin{aligned} r(d) &= x_1 r(d_1) + x_2 r(d_2), \\ \lambda_1(d) &= x_1 k_1 \lambda_1(d_1) + x_2 k_1 \lambda_1(d_2), \\ \lambda_2(d) &= x_1 k_2 \lambda_2(d_1) + x_2 k_2 \lambda_2(d_2) \end{aligned}$$

를 갖는 새로운 E-optimal block design d 를 얻는다.

이와 같이 만들어진 table을 실제의 실험계획에 사용하는 방법을 한가지 구체적인 예를 들어서 설명한다.

지금 6개의 처리($t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$)의 효과를 실험해 보고자 하는 어떤 대상이 있는데 이 실험 대상의 성격상 크기 3인 block 4개(B_1, B_2, B_3, B_4)와 크기 4인 block 3개(B_5, B_6, B_7)로 분할하는 것이 편리한 상황이라 하자.

그러면 본 table에서 $v = 6, k_1 = 3, k_2 = 4, b_1 = 4, b_2 = 3$ 임을 고려하여 No. 146의 design을 찾고 Construction 1SR 18 + 1S 1을 발견한다. 그러면 Clathworthy(1973)의 design SR18과 S1에서 각각 다음과 같은 incidence matrix를 얻는다.

$$\begin{array}{cccc}
 1 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 1 \\
 1 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 1 \\
 1 & 0 & 0 & 1 \\
 0 & 1 & 1 & 0
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{ccc}
 1 & 1 & 0 \\
 1 & 1 & 0 \\
 1 & 0 & 1 \\
 1 & 0 & 1 \\
 0 & 1 & 1 \\
 0 & 1 & 1
 \end{array}$$

이들을 나란히 결합하여 다음과 같은 matrix를 만들면,

$$\begin{array}{ccccccc}
 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\
 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\
 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\
 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1
 \end{array}$$

이것이 우리가 구하는 E-optimal block design의 incidence matrix이다. 즉 $\Omega(6; 4, 3; 3, 4)$ 에서 E-optimal인 하나의 design을 얻기 위해서는 6개의 treatment를 7개의 block에 다음과 같이 배치하면 된다는 것을 말한다.

block treatment	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
t ₁	1	1			1	1	
t ₂			1	1	1	1	
t ₃	1		1		1		1
t ₄		1		1	1		1
t ₅	1			1		1	1
t ₆		1	1			1	1

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
1	6	2	3	2	3	9	12	21	9	1SR 6 + 1R 43
2	6	2	3	2	3	9	12	42	18	2SR 6 + 2R 43
3	6	2	3	2	3	9	12	75	33	3SR 6 + 4R 43
4	6	2	3	2	3	9	12	96	42	4SR 6 + 5R 43
5	6	2	3	2	3	9	14	32	13	2SR 6 + 1R 45
6	6	2	3	2	3	9	14	55	23	3SR 6 + 2R 45
7	6	2	3	2	3	9	18	45	18	3SR 6 + 1R 49
8	6	2	3	2	3	9	20	56	22	4SR 6 + 1R 53
9	6	2	3	2	3	18	12	42	18	1SR 7 + 2R 43
10	6	2	3	2	3	18	12	96	42	2SR 7 + 5R 43
11	6	2	3	2	3	18	14	32	13	1SR 7 + 1R 45
12	6	2	3	2	3	18	14	110	46	3SR 7 + 4R 45
13	6	2	3	2	3	18	18	90	36	3SR 7 + 2R 49
14	6	2	3	2	3	18	20	56	22	2SR 7 + 1R 53
15	6	2	3	2	3	21	18	57	25	1R 20 + 2R 52
16	6	2	3	2	3	21	18	114	50	2R 20 + 4R 52
17	6	2	3	2	3	21	18	153	66	3R 20 + 5R 52
18	6	2	3	2	3	24	12	36	14	1R 24 + 1R 43
19	6	2	3	2	3	24	12	72	28	2R 24 + 2R 43
20	6	2	3	2	3	24	12	120	48	3R 24 + 4R 43
21	6	2	3	2	3	24	12	156	62	4R 24 + 5R 43
22	6	2	3	2	3	24	14	62	23	2R 24 + 1R 45
23	6	2	3	2	3	24	14	100	38	3R 24 + 2R 45
24	6	2	3	2	3	24	18	90	33	3R 24 + 1R 49
25	6	2	3	2	3	24	20	116	42	4R 24 + 1R 53
26	6	2	3	2	3	27	12	75	33	1SR 8 + 4R 43
27	6	2	3	2	3	27	14	55	23	1SR 8 + 2R 45
28	6	2	3	2	3	27	14	110	46	2SR 8 + 4R 45
29	6	2	3	2	3	27	18	45	18	1SR 8 + 1R 49
30	6	2	3	2	3	27	18	90	36	2SR 8 + 2R 49
31	6	2	3	2	3	27	18	99	45	1R 25 + 4R 52
32	6	2	3	2	4	9	6	15	7	1SR 6 + 1R 94
33	6	2	3	2	4	9	6	30	14	2SR 6 + 2R 94
34	6	2	3	2	4	9	6	36	18	2SR 6 + 3R 94
35	6	2	3	2	4	9	6	51	25	3SR 6 + 4R 94
36	6	2	3	2	4	9	6	57	29	3SR 6 + 5R 94
37	6	2	3	2	4	9	12	30	14	2SR 6 + 1R 95
38	6	2	3	2	4	9	12	51	25	3SR 6 + 2R 95
39	6	2	3	2	4	9	12	72	36	4SR 6 + 3R 95
40	6	2	3	2	4	9	12	93	47	5SR 6 + 4R 95
41	6	2	3	2	4	18	6	30	14	1SR 7 + 2R 94
42	6	2	3	2	4	18	6	36	18	1SR 7 + 3R 94
43	6	2	3	2	4	18	12	30	14	1SR 7 + 1R 95
44	6	2	3	2	4	18	12	72	36	2SR 7 + 3R 95
45	6	2	3	2	4	18	12	114	58	3SR 7 + 5R 95
46	6	2	3	2	4	27	6	51	25	1SR 8 + 4R 94
47	6	2	3	2	4	27	6	57	29	1SR 8 + 5R 94
48	6	2	3	2	4	27	12	51	25	1SR 8 + 2R 95
49	6	2	3	2	4	27	12	114	58	2SR 8 + 5R 95
50	6	2	3	2	4	21	9	48	25	1R 20 + 3SR 35

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION		
51	6	2	3	2	4	21	9	57	31	1R	20 + 4SR	35
52	6	2	3	2	4	21	9	87	44	2R	20 + 5SR	35
53	6	2	3	2	4	27	9	72	39	1R	25 + 5SR	35
54	6	2	3	3	4	12	9	30	18	1R	43 + 2SR	35
55	6	2	3	3	4	12	9	51	30	2R	43 + 3SR	35
56	6	2	3	3	4	14	9	41	25	1R	45 + 3SR	35
57	6	2	3	2	4	24	6	30	12	1R	24 + 1R	94
58	6	2	3	2	4	24	6	60	24	2R	24 + 2R	94
59	6	2	3	2	4	24	6	66	28	2R	24 + 3R	94
60	6	2	3	2	4	24	6	96	40	3R	24 + 4R	94
61	6	2	3	2	4	24	6	102	44	3R	24 + 5R	94
62	6	2	3	2	4	24	12	60	24	2R	24 + 1R	95
63	6	2	3	2	4	24	12	96	40	3R	24 + 2R	95
64	6	2	3	2	4	24	12	132	56	4R	24 + 3R	95
65	6	2	3	2	4	24	12	168	72	5R	24 + 4R	95
66	6	2	3	3	4	18	6	24	13	1R	52 + 1R	94
67	6	2	3	3	4	18	6	48	26	2R	52 + 2R	94
68	6	2	3	3	4	18	6	102	56	4R	52 + 5R	94
69	6	2	3	3	4	18	12	48	26	2R	52 + 1R	95
70	6	2	3	3	4	18	12	126	69	5R	52 + 3R	95
71	6	2	3	2	4	9	15	24	13	1SR	6 + 1B	9
72	6	2	3	2	4	9	15	39	23	1SR	6 + 2B	9
73	6	2	3	2	4	9	15	54	33	1SR	6 + 3B	9
74	6	2	3	2	4	9	15	69	43	1SR	6 + 4B	9
75	6	2	3	2	4	9	15	84	53	1SR	6 + 5B	9
76	6	2	3	2	4	15	9	24	11	1B	6 + 1SR	35
77	6	2	3	2	4	15	9	39	16	2B	6 + 1SR	35
78	6	2	3	2	4	15	9	54	21	3B	6 + 1SR	35
79	6	2	3	2	4	15	9	69	26	4B	6 + 1SR	35
80	6	2	3	2	4	15	9	84	31	5B	6 + 1SR	35
81	6	2	3	2	4	15	9	33	17	1B	6 + 2SR	35
82	6	2	3	2	4	15	9	48	22	2B	6 + 2SR	35
83	6	2	3	2	4	15	9	63	27	3B	6 + 2SR	35
84	6	2	3	2	4	15	9	78	32	4B	6 + 2SR	35
85	6	2	3	2	4	15	9	93	37	5B	6 + 2SR	35
86	6	2	3	2	4	24	15	39	18	1R	24 + 1B	9
87	6	2	3	2	4	24	15	54	28	1R	24 + 2B	9
88	6	2	3	2	4	24	15	69	38	1R	24 + 3B	9
89	6	2	3	2	4	24	15	84	48	1R	24 + 4B	9
90	6	2	3	2	4	24	15	99	58	1R	24 + 5B	9
91	6	2	3	2	3	15	18	33	14	1B	6 + 1R	52
92	6	2	3	2	3	15	18	48	19	2B	6 + 1R	52
93	6	2	3	2	3	15	18	63	24	3B	6 + 1R	52
94	6	2	3	2	3	15	18	78	29	4B	6 + 1R	52
95	6	2	3	2	3	15	18	93	34	5B	6 + 1R	52
96	6	3	2	2	3	12	6	18	7	1R	18 + 1R	42
97	6	3	2	2	3	12	6	24	10	1R	18 + 2R	42
98	6	3	2	2	3	12	6	60	24	3R	18 + 4R	42
99	6	3	2	2	3	12	6	66	27	3R	18 + 5R	42
100	6	3	2	2	3	12	12	24	10	1R	18 + 1R	44

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION		
101	6	3	2	2	3	12	12	60	24	3R	18 + 2R	44
102	6	3	2	2	3	12	12	108	44	5R	18 + 4R	44
103	6	3	2	2	3	12	16	28	12	1R	18 + 1R	48
104	6	3	2	2	3	12	16	44	20	1R	18 + 2R	48
105	6	3	2	2	3	12	16	100	44	3R	18 + 4R	48
106	6	3	2	2	3	12	16	116	52	3R	18 + 5R	48
107	6	3	2	2	3	18	4	22	8	1R	19 + 1SR	18
108	6	3	2	2	3	18	4	26	10	1R	19 + 2SR	18
109	6	3	2	2	3	18	4	70	26	3R	19 + 4SR	18
110	6	3	2	2	3	18	4	74	28	3R	19 + 5SR	18
111	6	3	2	2	3	18	8	26	10	1R	19 + 1SR	19
112	6	3	2	2	3	18	8	70	26	3R	19 + 2SR	19
113	6	3	2	2	3	18	8	122	46	5R	19 + 4SR	19
114	6	3	2	2	3	18	14	32	13	1R	19 + 1R	46
115	6	3	2	2	3	18	14	46	20	1R	19 + 2R	46
116	6	3	2	2	3	18	14	110	46	3R	19 + 4R	46
117	6	3	2	2	3	18	14	124	53	3R	19 + 5R	46
118	6	3	2	2	3	18	16	70	26	3R	19 + 1SR	21
119	6	3	2	2	3	18	16	122	46	5R	19 + 2SR	21
120	6	3	2	2	3	18	18	36	15	1R	19 + 1R	51
121	6	3	2	2	3	18	18	90	36	3R	19 + 2R	51
122	6	3	2	2	3	18	18	162	66	5R	19 + 4R	51
123	6	3	2	2	3	18	20	74	28	3R	19 + 1SR	22
124	6	3	2	2	3	24	4	40	16	1R	22 + 4SR	18
125	6	3	2	2	3	24	4	44	18	1R	22 + 5SR	18
126	6	3	2	2	3	24	8	40	16	1R	22 + 2SR	19
127	6	3	2	2	3	24	16	40	16	1R	22 + 1SR	21
128	6	3	2	2	3	24	20	44	18	1R	22 + 1SR	22
129	6	3	2	2	3	24	14	80	36	1R	22 + 4R	46
130	6	3	2	2	3	24	14	94	43	1R	22 + 5R	46
131	6	3	2	2	3	24	18	60	26	1R	22 + 2R	51
132	6	3	2	2	3	27	6	33	12	1R	27 + 1R	42
133	6	3	2	2	3	27	6	39	15	1R	27 + 2R	42
134	6	3	2	2	3	27	6	105	39	3R	27 + 4R	42
135	6	3	2	2	3	27	6	111	42	3R	27 + 5R	42
136	6	3	2	2	3	27	12	39	15	1R	27 + 1R	44
137	6	3	2	2	3	27	12	105	39	3R	27 + 2R	44
138	6	3	2	2	3	27	12	183	69	5R	27 + 4R	44
139	6	3	2	2	3	27	16	43	17	1R	27 + 1R	48
140	6	3	2	2	3	27	16	59	25	1R	27 + 2R	48
141	6	3	2	2	3	27	16	145	59	3R	27 + 4R	48
142	6	3	2	2	3	27	16	161	67	3R	27 + 5R	48
143	6	3	2	2	3	30	8	62	26	1R	28 + 4SR	19
144	6	3	2	2	3	30	16	62	26	1R	28 + 2SR	21
145	6	3	2	2	3	30	18	102	46	1R	28 + 4R	51
146	6	3	2	3	4	4	3	7	4	1SR	18 + 1S	1
147	6	3	2	3	4	4	3	17	10	2SR	18 + 3S	1
148	6	3	2	3	4	4	3	31	18	4SR	18 + 5S	1
149	6	3	2	3	4	8	3	17	10	1SR	19 + 3S	1
150	6	3	2	3	4	8	3	31	18	2SR	19 + 5S	1

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
151	6	3	2	3	4	16	3	31	18	1SR 21 + 5S 1
152	6	3	2	2	4	12	3	15	6	1R 18 + 1S 1
153	6	3	2	2	4	12	3	21	10	1R 18 + 3S 1
154	6	3	2	2	4	12	3	33	14	2R 18 + 3S 1
155	6	3	2	2	4	12	3	39	18	2R 18 + 5S 1
156	6	3	2	2	4	12	3	51	22	3R 18 + 5S 1
157	6	3	2	2	4	24	3	33	14	1R 23 + 3S 1
158	6	3	2	2	4	24	3	39	18	1R 23 + 5S 1
159	6	3	2	2	4	27	3	30	11	1R 27 + 1S 1
160	6	3	2	2	4	27	3	36	15	1R 27 + 3S 1
161	6	3	2	2	4	27	3	63	24	2R 27 + 3S 1
162	6	3	2	2	4	27	3	69	28	2R 27 + 5S 1
163	6	3	2	2	4	27	3	96	37	3R 27 + 5S 1
164	6	3	2	3	4	14	3	17	9	1R 46 + 1S 1
165	6	3	2	3	4	14	3	37	20	2R 46 + 3S 1
166	6	3	2	3	4	14	3	71	38	4R 46 + 5S 1
167	6	3	2	3	4	18	3	27	15	1R 51 + 3S 1
168	6	3	2	3	4	18	3	51	28	2R 51 + 5S 1
169	6	3	2	3	4	4	9	17	10	2SR 18 + 1S 3
170	6	3	2	3	4	8	9	17	10	1SR 19 + 1S 3
171	6	3	2	2	4	12	9	21	10	1R 18 + 1S 3
172	6	3	2	2	4	12	9	33	14	2R 18 + 1S 3
173	6	3	2	2	4	12	9	75	34	4R 18 + 3S 3
174	6	3	2	2	4	12	9	87	38	5R 18 + 3S 3
175	6	3	2	2	4	24	9	33	14	1R 23 + 1S 3
176	6	3	2	2	4	24	9	75	34	2R 23 + 3S 3
177	6	3	2	2	4	24	9	141	62	4R 23 + 5S 3
178	6	3	2	2	4	27	9	36	15	1R 27 + 1S 3
179	6	3	2	2	4	27	9	63	24	2R 27 + 1S 3
180	6	3	2	2	4	27	9	135	54	4R 27 + 3S 3
181	6	3	2	2	4	27	9	162	63	5R 27 + 3S 3
182	6	3	2	3	4	14	9	37	20	2R 46 + 1S 3
183	6	3	2	3	4	18	9	27	15	1R 51 + 1S 3
184	6	3	2	3	4	4	15	31	18	4SR 18 + 1S 5
185	6	3	2	3	4	8	15	31	18	2SR 19 + 1S 5
186	6	3	2	3	4	16	15	31	18	1SR 21 + 1S 5
187	6	3	2	2	4	12	15	39	18	2R 18 + 1S 5
188	6	3	2	2	4	12	15	51	22	3R 18 + 1S 5
189	6	3	2	2	4	24	15	39	18	1R 23 + 1S 5
190	6	3	2	2	4	24	15	141	62	4R 23 + 3S 5
191	6	3	2	2	4	27	15	69	28	2R 27 + 1S 5
192	6	3	2	2	4	27	15	96	37	3R 27 + 1S 5
193	6	3	2	3	4	14	15	71	38	4R 46 + 1S 5
194	6	3	2	3	4	18	15	51	28	2R 51 + 1S 5
195	6	3	2	2	4	18	12	30	14	1R 19 + 1R 96
196	6	3	2	2	4	18	12	54	30	1R 19 + 3R 96
197	6	3	2	2	4	18	12	72	36	2R 19 + 3R 96
198	6	3	2	2	4	18	12	96	52	2R 19 + 5R 96
199	6	3	2	2	4	18	12	114	58	3R 19 + 5R 96
200	6	3	2	2	4	21	12	57	31	1R 21 + 3R 96

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION		
201	6	3	2	2	4	21	12	81	47	1R	21 + 5R	96
202	6	3	2	2	4	24	12	84	48	1R	22 + 5R	96
203	6	3	2	3	4	6	12	18	11	1R	42 + 1R	96
204	6	3	2	3	4	6	12	48	30	2R	42 + 3R	96
205	6	3	2	3	4	6	12	84	52	4R	42 + 5R	96
206	6	3	2	3	4	12	12	48	30	1R	44 + 3R	96
207	6	3	2	3	4	12	12	84	52	2R	44 + 5R	96
208	6	3	2	3	4	16	12	28	16	1R	48 + 1R	96
209	6	3	2	3	4	16	12	68	40	2R	48 + 3R	96
210	6	3	2	3	4	16	12	124	72	4R	48 + 5R	96
211	6	3	2	2	4	15	3	18	7	1B	6 + 1S	1
212	6	3	2	2	4	15	3	33	12	2B	6 + 1S	1
213	6	3	2	2	4	15	3	48	17	3B	6 + 1S	1
214	6	3	2	2	4	15	3	63	22	4B	6 + 1S	1
215	6	3	2	2	4	15	3	78	27	5B	6 + 1S	1
216	6	3	2	2	4	15	12	27	13	1B	6 + 1R	96
217	6	3	2	2	4	15	12	42	18	2B	6 + 1R	96
218	6	3	2	2	4	15	12	57	23	3B	6 + 1R	96
219	6	3	2	2	4	15	12	72	28	4B	6 + 1R	96
220	6	3	2	2	4	15	12	87	33	5B	6 + 1R	96
221	8	4	2	4	6	12	4	28	18	1SR	37 + 4S	18
222	8	4	2	4	6	12	4	32	21	1SR	37 + 5S	18
223	8	4	2	2	6	24	4	32	12	1R	29 + 2S	18
224	8	4	2	2	6	24	4	40	18	1R	29 + 4S	18
225	8	4	2	2	6	24	4	68	27	2R	29 + 5S	18
226	8	4	2	3	6	8	4	12	6	1R	54 + 1S	18
227	8	4	2	3	6	8	4	20	12	1R	54 + 3S	18
228	8	4	2	3	6	8	4	28	15	2R	54 + 3S	18
229	8	4	2	3	6	8	4	36	21	2R	54 + 5S	18
230	8	4	2	3	6	8	4	44	24	3R	54 + 5S	18
231	8	4	2	3	6	16	4	28	15	1R	55 + 3S	18
232	8	4	2	3	6	16	4	36	21	1R	55 + 5S	18
233	8	4	2	3	6	24	4	44	24	1R	57 + 5S	18
234	8	4	2	4	6	18	4	22	12	1R	101 + 1S	18
235	8	4	2	4	6	18	4	26	15	1R	101 + 2S	18
236	8	4	2	4	6	18	4	70	39	3R	101 + 4S	18
237	8	4	2	4	6	18	4	74	42	3R	101 + 5S	18
238	8	4	2	5	6	8	4	12	8	1R	134 + 1S	18
239	8	4	2	5	6	8	4	52	35	4R	134 + 5S	18
240	8	4	2	5	6	16	4	52	35	2R	136 + 5S	18
241	8	4	2	4	6	12	8	28	18	1SR	37 + 2S	19
242	8	4	2	4	6	20	8	52	34	1SR	40 + 4S	19
243	8	4	2	2	6	24	8	32	12	1R	29 + 1S	19
244	8	4	2	2	6	24	8	40	18	1R	29 + 2S	19
245	8	4	2	2	6	24	8	104	42	3R	29 + 4S	19
246	8	4	2	2	6	24	8	112	48	3R	29 + 5S	19
247	8	4	2	4	6	18	8	26	15	1R	101 + 1S	19
248	8	4	2	4	6	18	8	70	39	3R	101 + 2S	19
249	8	4	2	4	6	18	8	122	69	5R	101 + 4S	19
250	8	4	2	3	6	8	12	20	12	1R	54 + 1S	20

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
251	8	4	2	3	6	8	12	28	15	2R 54 + 1S 20
252	8	4	2	3	6	8	12	68	39	4R 54 + 3S 20
253	8	4	2	3	6	8	12	76	42	5R 54 + 3S 20
254	8	4	2	3	6	16	12	28	15	1R 55 + 1S 20
255	8	4	2	3	6	16	12	68	39	2R 55 + 3S 20
256	8	4	2	3	6	16	12	124	69	4R 55 + 5S 20
257	8	2	4	2	4	16	16	32	12	1SR 9 + 1R 98
258	8	2	4	2	4	16	16	64	24	2SR 9 + 2R 98
259	8	2	4	2	4	16	16	80	32	2SR 9 + 3R 98
260	8	2	4	2	4	16	16	112	44	3SR 9 + 4R 98
261	8	2	4	2	4	16	16	128	52	3SR 9 + 5R 98
262	8	2	4	2	4	16	18	50	17	2SR 9 + 1R 100
263	8	2	4	2	4	16	18	84	30	3SR 9 + 2R 100
264	8	2	4	2	4	16	18	118	43	4SR 9 + 3R 100
265	8	2	4	2	4	16	18	152	56	5SR 9 + 4R 100
266	8	2	4	2	4	16	20	52	18	2SR 9 + 1R 102
267	8	2	4	2	4	16	20	104	36	4SR 9 + 2R 102
268	8	2	4	2	4	16	20	140	50	5SR 9 + 3R 102
269	8	2	4	2	5	16	8	24	9	1SR 9 + 1R 133
270	8	2	4	2	5	16	8	48	18	2SR 9 + 2R 133
271	8	2	4	2	5	16	16	48	18	2SR 9 + 1R 135
272	8	2	4	2	5	16	16	128	50	5SR 9 + 3R 135
273	8	2	4	2	6	16	12	28	13	1SR 9 + 1R 164
274	8	2	4	2	6	16	12	40	22	1SR 9 + 2R 164
275	8	2	4	2	6	16	12	80	44	2SR 9 + 4R 164
276	8	2	4	2	6	16	12	92	53	2SR 9 + 5R 164
277	8	2	4	2	4	32	16	64	24	1SR 10 + 2R 98
278	8	2	4	2	4	32	16	80	32	1SR 10 + 3R 98
279	8	2	4	2	4	32	18	50	17	1SR 10 + 1R 100
280	8	2	4	2	4	32	18	118	43	2SR 10 + 3R 100
281	8	2	4	2	4	32	18	186	69	3SR 10 + 5R 100
282	8	2	4	2	4	32	20	52	18	1SR 10 + 1R 102
283	8	2	4	2	4	32	20	104	36	2SR 10 + 2R 102
284	8	2	4	2	4	32	20	228	82	4SR 10 + 5R 102
285	8	2	4	2	5	32	8	48	18	1SR 10 + 2R 133
286	8	2	4	2	5	32	16	48	18	1SR 10 + 1R 135
287	8	2	4	2	6	32	12	80	44	1SR 10 + 4R 164
288	8	2	4	2	6	32	12	92	53	1SR 10 + 5R 164
289	8	4	2	2	4	32	12	44	14	1R 30 + 1SR 37
290	8	4	2	2	4	32	12	76	22	2R 30 + 1SR 37
291	8	4	2	2	4	32	12	164	50	4R 30 + 3SR 37
292	8	4	2	2	4	32	12	196	58	5R 30 + 3SR 37
293	8	4	2	2	4	36	12	48	15	1R 31 + 1SR 37
294	8	4	2	2	4	36	12	108	36	2R 31 + 3SR 37
295	8	4	2	2	4	36	12	204	66	4R 31 + 5SR 37
296	8	2	4	2	4	40	12	76	28	1R 32 + 3SR 38
297	8	2	4	2	4	40	12	88	34	1R 32 + 4SR 38
298	8	2	4	2	4	40	12	140	50	2R 32 + 5SR 38
299	8	2	4	4	5	12	8	32	17	2SR 38 + 1R 133
300	8	2	4	4	5	12	8	84	45	5SR 38 + 3R 133

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
301	8	2	4	4	6	12	12	24	15	1SR 38 + 1R 164
302	8	2	4	4	6	12	12	48	30	2SR 38 + 2R 164
303	8	2	4	4	6	12	12	84	54	3SR 38 + 4R 164
304	8	2	4	4	6	12	12	108	69	4SR 38 + 5R 164
305	8	4	2	2	4	32	20	84	26	2R 30 + 1SR 40
306	8	4	2	2	4	32	20	116	34	3R 30 + 1SR 40
307	8	4	2	2	4	36	20	56	19	1R 31 + 1SR 40
308	8	4	2	2	4	36	20	204	66	4R 31 + 3SR 40
309	8	4	2	2	4	40	20	60	20	1R 33 + 1SR 40
310	8	4	2	2	4	40	20	260	90	4R 33 + 5SR 40
311	8	4	2	3	4	24	20	44	19	1R 56 + 1SR 40
312	8	4	2	2	3	24	24	96	27	3R 29 + 1R 56
313	8	4	2	2	3	24	24	168	48	5R 29 + 2R 56
314	8	4	2	2	4	24	10	34	11	1R 29 + 1R 97
315	8	4	2	2	4	24	10	54	21	1R 29 + 3R 97
316	8	4	2	2	4	24	10	78	27	2R 29 + 3R 97
317	8	4	2	2	4	24	10	98	37	2R 29 + 5R 97
318	8	4	2	2	4	24	10	122	43	3R 29 + 5R 97
319	8	4	2	2	4	24	16	40	14	1R 29 + 1R 99
320	8	4	2	2	4	24	16	64	20	2R 29 + 1R 99
321	8	4	2	2	4	24	16	141	48	4R 29 + 3R 99
322	8	4	2	2	4	24	16	168	54	5R 29 + 3R 99
323	8	4	2	2	3	32	8	40	11	1R 30 + 1R 54
324	8	4	2	2	3	32	8	48	14	1R 30 + 2R 54
325	8	4	2	2	3	32	8	128	36	3R 30 + 4R 54
326	8	4	2	2	3	32	8	136	39	3R 30 + 5R 54
327	8	4	2	2	3	32	16	48	14	1R 30 + 1R 55
328	8	4	2	2	3	32	16	128	36	3R 30 + 2R 55
329	8	4	2	2	3	32	16	224	64	5R 30 + 4R 55
330	8	4	2	2	4	32	18	50	17	1R 30 + 1R 101
331	8	4	2	2	4	32	18	86	35	1R 30 + 3R 101
332	8	4	2	2	4	32	18	118	43	2R 30 + 3R 101
333	8	4	2	2	4	32	18	154	61	2R 30 + 5R 101
334	8	4	2	2	4	32	18	186	69	3R 30 + 5R 101
335	8	4	2	2	5	32	8	48	18	1R 30 + 2R 134
336	8	4	2	2	5	32	8	56	23	1R 30 + 3R 134
337	8	4	2	2	5	32	16	48	18	1R 30 + 1R 136
338	8	4	2	2	5	32	16	160	64	3R 30 + 4R 136
339	8	4	2	2	4	36	18	90	36	1R 31 + 3R 101
340	8	4	2	2	4	36	18	126	54	1R 31 + 5R 101
341	8	2	4	2	3	40	24	88	28	1R 32 + 2R 58
342	8	2	4	2	3	40	24	176	56	2R 32 + 4R 58
343	8	2	4	2	3	40	24	240	75	3R 32 + 5R 58
344	8	4	2	2	3	40	8	72	22	1R 33 + 4R 54
345	8	4	2	2	3	40	8	80	25	1R 33 + 5R 54
346	8	4	2	2	3	40	16	72	22	1R 33 + 2R 55
347	8	4	2	2	4	40	18	130	55	1R 33 + 5R 101
348	8	4	2	2	5	40	16	104	50	1R 33 + 4R 136
349	8	4	2	3	4	8	10	18	8	1R 54 + 1R 97
350	8	4	2	3	4	8	10	46	21	2R 54 + 3R 97

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
351	8	4	2	3	4	8	10	82	37	4R 54 + 5R 97
352	8	4	2	3	4	8	16	32	14	2R 54 + 1R 99
353	8	4	2	3	4	16	10	46	21	1R 55 + 3R 97
354	8	4	2	3	4	16	10	82	37	2R 55 + 5R 97
355	8	4	2	3	4	16	16	32	14	1R 55 + 1R 99
356	8	4	2	3	4	24	18	114	54	1R 56 + 5R 101
357	8	2	4	3	4	24	16	40	17	1R 58 + 1R 98
358	8	2	4	3	4	24	16	80	34	2R 58 + 2R 98
359	8	2	4	3	4	24	16	176	76	4R 58 + 5R 98
360	8	2	4	3	4	24	18	66	27	2R 58 + 1R 100
361	8	2	4	3	4	24	18	174	72	5R 58 + 3R 100
362	8	2	4	3	4	24	20	160	65	5R 58 + 2R 102
363	8	2	4	3	5	24	8	120	51	4R 58 + 3R 133
364	8	2	4	3	5	24	8	152	65	5R 58 + 4R 133
365	8	2	4	3	5	24	16	152	65	5R 58 + 2R 135
366	8	2	4	3	6	24	12	36	18	1R 58 + 1R 164
367	8	2	4	3	6	24	12	72	36	2R 58 + 2R 164
368	8	2	4	3	6	24	12	84	45	2R 58 + 3R 164
369	8	2	4	3	6	24	12	120	63	3R 58 + 4R 164
370	8	2	4	3	6	24	12	132	72	3R 58 + 5R 164
371	8	4	2	4	5	10	8	18	10	1R 97 + 1R 134
372	8	4	2	4	5	10	8	62	35	3R 97 + 4R 134
373	8	4	2	4	5	10	16	62	35	3R 97 + 2R 136
374	8	4	2	4	5	10	16	98	55	5R 97 + 3R 136
375	8	4	2	4	5	16	8	48	28	1R 99 + 4R 134
376	8	4	2	4	5	16	16	48	28	1R 99 + 2R 136
377	8	4	2	2	6	28	4	32	10	1B 14 + 1S 18
378	8	4	2	2	6	28	4	60	17	2B 14 + 1S 18
379	8	4	2	2	6	28	4	88	24	3B 14 + 1S 18
380	8	4	2	2	6	28	4	116	31	4B 14 + 1S 18
381	8	4	2	2	6	28	4	144	38	5B 14 + 1S 18
382	8	2	4	2	4	16	14	30	11	1SR 9 + 1B 15
383	8	2	4	2	4	16	14	44	18	1SR 9 + 2B 15
384	8	2	4	2	4	16	14	58	25	1SR 9 + 3B 15
385	8	2	4	2	4	16	14	72	32	1SR 9 + 4B 15
386	8	2	4	2	4	16	14	86	39	1SR 9 + 5B 15
387	8	2	4	2	4	28	12	40	13	1B 14 + 1SR 38
388	8	2	4	2	4	28	12	68	20	2B 14 + 1SR 38
389	8	2	4	2	4	28	12	96	27	3B 14 + 1SR 38
390	8	2	4	2	4	28	12	124	34	4B 14 + 1SR 38
391	8	2	4	2	4	28	12	152	41	5B 14 + 1SR 38
392	8	2	4	2	4	28	12	52	19	1B 14 + 2SR 38
393	8	2	4	2	4	28	12	80	26	2B 14 + 2SR 38
394	8	2	4	2	4	28	12	108	33	3B 14 + 2SR 38
395	8	2	4	2	4	28	12	136	40	4B 14 + 2SR 38
396	8	2	4	2	4	28	12	164	47	5B 14 + 2SR 38
397	8	2	4	2	3	28	24	52	16	1B 14 + 1R 58
398	8	2	4	2	3	28	24	80	23	2B 14 + 1R 58
399	8	2	4	2	3	28	24	108	30	3B 14 + 1R 58
400	8	2	4	2	3	28	24	136	37	4B 14 + 1R 58

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
401	8	2	4	2	3	28	24	164	44	5B 14 + 1R 58
402	8	4	2	2	4	28	10	38	12	1B 14 + 1R 97
403	8	4	2	2	4	28	10	66	19	2B 14 + 1R 97
404	8	4	2	2	4	28	10	94	26	3B 14 + 1R 97
405	8	4	2	2	4	28	10	122	33	4B 14 + 1R 97
406	8	4	2	2	4	28	10	150	40	5B 14 + 1R 97
407	8	4	2	2	4	28	18	46	16	1B 14 + 1R 101
408	8	4	2	2	4	28	18	74	23	2B 14 + 1R 101
409	8	4	2	2	4	28	18	102	30	3B 14 + 1R 101
410	8	4	2	2	4	28	18	130	37	4B 14 + 1R 101
411	8	4	2	2	4	28	18	158	44	5B 14 + 1R 101
412	9	3	3	3	6	9	3	12	5	1SR 23 + 1S 21
413	9	3	3	3	6	9	3	27	12	2SR 23 + 3S 21
414	9	3	3	3	6	9	3	42	19	3SR 23 + 5S 21
415	9	3	3	3	6	18	3	27	12	1SR 24 + 3S 21
416	9	3	3	3	6	27	3	42	19	1SR 25 + 5S 21
417	9	3	3	2	6	27	3	33	10	1R 34 + 2S 21
418	9	3	3	2	6	27	3	69	22	2R 34 + 5S 21
419	9	3	3	3	6	21	3	24	9	1R 62 + 1S 21
420	9	3	3	3	6	21	3	51	20	2R 62 + 3S 21
421	9	3	3	3	6	21	3	78	31	3R 62 + 5S 21
422	9	3	3	3	6	30	3	39	16	1R 68 + 3S 21
423	9	3	3	2	6	27	6	33	10	1R 34 + 1S 22
424	9	3	3	2	6	27	6	105	34	3R 34 + 4S 22
425	9	3	3	3	6	9	9	27	12	2SR 23 + 1S 23
426	9	3	3	3	6	9	9	72	33	5SR 23 + 3S 23
427	9	3	3	3	6	18	9	27	12	1SR 24 + 1S 23
428	9	3	3	3	6	18	9	117	54	4SR 24 + 5S 23
429	9	3	3	3	6	21	9	51	20	2R 62 + 1S 23
430	9	3	3	3	6	21	9	132	53	5R 62 + 3S 23
431	9	3	3	3	6	30	9	39	16	1R 68 + 1S 23
432	9	3	3	3	6	30	9	165	70	4R 68 + 5S 23
433	9	3	3	2	6	27	12	105	34	3R 34 + 2S 24
434	9	3	3	3	6	9	15	42	19	3SR 23 + 1S 25
435	9	3	3	3	6	18	15	117	54	4SR 24 + 3S 25
436	9	3	3	3	6	27	15	42	19	1SR 25 + 1S 25
437	9	3	3	2	6	27	15	69	22	2R 34 + 1S 25
438	9	3	3	3	6	21	15	78	31	3R 62 + 1S 25
439	9	3	3	3	6	30	15	165	70	4R 68 + 3S 25
440	9	3	3	2	3	45	9	63	16	1R 35 + 2SR 23
441	9	3	3	2	3	45	9	180	45	3R 35 + 5SR 23
442	9	3	3	3	5	9	9	81	35	5SR 23 + 4R 137
443	9	3	3	3	5	9	18	81	35	5SR 23 + 2R 138
444	9	3	3	3	6	9	15	21	13	1SR 23 + 1R 165
445	9	3	3	3	6	9	15	63	36	2SR 23 + 3R 165
446	9	3	3	3	6	9	15	102	59	3SR 23 + 5R 165
447	9	3	3	3	7	9	9	27	17	1SR 23 + 2R 172
448	9	3	3	2	3	45	18	63	16	1R 35 + 1SR 24
449	9	3	3	2	3	45	18	297	74	5R 35 + 4SR 24
450	9	3	3	3	6	18	15	63	36	1SR 24 + 3R 165

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
451	9	3	3	3	6	27	15	102	59	1SR 25 + 5R 165
452	9	3	3	2	6	45	9	81	34	1R 35 + 4SR 65
453	9	3	3	3	6	15	9	42	23	1R 59 + 3SR 65
454	9	3	3	3	6	15	9	75	40	2R 59 + 5SR 65
455	9	3	3	3	6	18	9	63	36	1R 60 + 5SR 65
456	9	3	3	3	6	27	9	54	27	1R 65 + 3SR 65
457	9	3	3	3	6	27	9	99	48	2R 65 + 5SR 65
458	9	3	3	3	6	30	9	75	40	1R 67 + 5SR 65
459	9	3	3	5	6	9	9	63	40	2R 137 + 5SR 65
460	9	3	3	5	6	18	9	63	40	1R 138 + 5SR 65
461	9	3	3	6	7	9	9	18	13	1SR 65 + 1R 172
462	9	3	3	2	3	27	15	42	11	1R 34 + 1R 59
463	9	3	3	2	3	27	15	141	38	3R 34 + 4R 59
464	9	3	3	2	3	27	18	117	30	3R 34 + 2R 60
465	9	3	3	2	3	27	24	105	26	3R 34 + 1R 63
466	9	3	3	2	3	27	27	54	15	1R 34 + 1R 65
467	9	3	3	2	3	27	27	189	54	3R 34 + 4R 65
468	9	3	3	2	3	27	30	141	38	3R 34 + 2R 67
469	9	3	3	2	5	27	9	36	11	1R 34 + 1R 137
470	9	3	3	2	5	27	18	189	60	5R 34 + 3R 138
471	9	3	3	2	6	27	15	57	26	1R 34 + 2R 165
472	9	3	3	2	6	27	15	129	62	2R 34 + 5R 165
473	9	3	3	2	7	27	9	54	27	1R 34 + 3R 172
474	9	3	3	2	3	45	21	87	24	1R 35 + 2R 62
475	9	3	3	2	3	45	21	240	65	3R 35 + 5R 62
476	9	3	3	2	3	45	30	75	20	1R 35 + 1R 68
477	9	3	3	2	3	45	30	345	90	5R 35 + 4R 68
478	9	3	3	3	5	21	9	141	55	5R 62 + 4R 137
479	9	3	3	3	5	21	18	141	55	5R 62 + 2R 138
480	9	3	3	3	6	21	15	36	17	1R 62 + 1R 165
481	9	3	3	3	6	21	15	87	44	2R 62 + 3R 165
482	9	3	3	3	6	21	15	138	71	3R 62 + 5R 165
483	9	3	3	3	7	21	9	39	21	1R 62 + 2R 172
484	9	3	3	3	6	30	15	75	40	1R 68 + 3R 165
485	9	3	3	3	6	12	9	21	10	1B 17 + 1SR 65
486	9	3	3	3	6	12	9	33	14	2B 17 + 1SR 65
487	9	3	3	3	6	12	9	45	18	3B 17 + 1SR 65
488	9	3	3	3	6	12	9	57	22	4B 17 + 1SR 65
489	9	3	3	3	6	12	9	69	26	5B 17 + 1SR 65
490	9	3	3	2	6	36	9	45	14	1B 18 + 1SR 65
491	9	3	3	2	6	36	9	81	22	2B 18 + 1SR 65
492	9	3	3	2	6	36	9	117	30	3B 18 + 1SR 65
493	9	3	3	2	6	36	9	153	38	4B 18 + 1SR 65
494	9	3	3	2	6	36	9	189	46	5B 18 + 1SR 65
495	10	5	2	4	5	10	8	26	12	1S 9 + 2SR 52
496	10	5	2	4	5	10	16	26	12	1S 9 + 1SR 54
497	10	5	2	2	4	40	10	50	12	1R 36 + 1S 9
498	10	5	2	2	4	40	10	90	20	2R 36 + 1S 9
499	10	5	2	2	4	40	10	190	44	4R 36 + 3S 9
500	10	5	2	2	4	40	10	230	52	5R 36 + 3S 9

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
501	10	5	2	5	8	8	5	23	16	1SR 52 + 3S 51
502	10	5	2	5	8	12	5	37	26	1SR 53 + 5S 51
503	10	5	2	2	8	40	5	55	20	1R 36 + 3S 51
504	10	5	2	2	8	40	5	65	28	1R 36 + 5S 51
505	10	5	2	4	8	20	5	45	28	1R 106 + 5S 51
506	10	2	5	2	4	25	25	75	20	2SR 11 + 1R 107
507	10	2	5	2	4	25	25	150	40	4SR 11 + 2R 107
508	10	2	5	2	4	25	25	200	55	5SR 11 + 3R 107
509	10	2	5	2	5	25	20	65	25	1SR 11 + 2R 141
510	10	2	5	2	5	25	20	130	50	2SR 11 + 4R 141
511	10	2	5	2	4	50	25	75	20	1SR 12 + 1R 107
512	10	2	5	2	4	50	25	150	10	2SR 12 + 2R 107
513	10	2	5	2	4	50	25	325	90	4SR 12 + 5R 107
514	10	2	5	2	5	50	20	130	50	1SR 12 + 4R 141
515	10	5	2	2	5	50	8	58	14	1R 37 + 1SR 52
516	10	5	2	2	5	50	8	182	46	3R 37 + 4SR 52
517	10	5	2	4	5	25	8	41	18	1R 108 + 2SR 52
518	10	5	2	2	5	50	12	62	16	1R 37 + 1SR 53
519	10	5	2	2	5	50	12	298	74	5R 37 + 4SR 53
520	10	5	2	2	5	50	16	182	46	3R 37 + 2SR 54
521	10	5	2	2	5	50	16	298	74	5R 37 + 3SR 54
522	10	5	2	4	5	25	16	41	18	1R 108 + 1SR 54
523	10	5	2	2	4	40	25	65	18	1R 36 + 1R 108
524	10	5	2	2	4	40	25	105	26	2R 36 + 1R 108
525	10	5	2	2	4	40	25	235	62	4R 36 + 3R 108
526	10	5	2	2	4	40	25	275	70	5R 36 + 3R 108
527	10	5	2	2	5	40	10	50	13	1R 36 + 1R 139
528	10	5	2	2	5	40	10	160	44	3R 36 + 4R 139
529	10	5	2	2	5	40	14	68	22	1R 36 + 2R 140
530	10	5	2	2	5	40	14	82	29	1R 36 + 3R 140
531	10	5	2	2	5	40	20	160	44	3R 36 + 2R 142
532	10	5	2	2	5	40	20	260	70	5R 36 + 3R 142
533	10	5	2	2	4	50	20	70	18	1R 37 + 1R 106
534	10	5	2	2	4	50	20	120	28	2R 37 + 1R 106
535	10	5	2	2	4	50	20	260	64	4R 37 + 3R 106
536	10	5	2	2	4	50	20	310	74	5R 37 + 3R 106
537	10	5	2	4	5	20	10	40	18	1R 106 + 2R 139
538	10	5	2	4	5	20	14	76	36	1R 106 + 4R 140
539	10	5	2	4	5	20	20	40	18	1R 106 + 1R 142
540	10	5	2	4	8	15	5	20	10	1B 23 + 1S 51
541	10	5	2	4	8	15	5	35	16	2B 23 + 1S 51
542	10	5	2	4	8	15	5	50	22	3B 23 + 1S 51
543	10	5	2	4	8	15	5	65	28	4B 23 + 1S 51
544	10	5	2	4	8	15	5	80	34	5B 23 + 1S 51
545	10	5	2	2	8	45	5	50	13	1B 24 + 1S 51
546	10	5	2	2	8	45	5	95	22	2B 24 + 1S 51
547	10	5	2	2	8	45	5	140	31	3B 24 + 1S 51
548	10	5	2	2	8	45	5	185	40	4B 24 + 1S 51
549	10	5	2	2	8	45	5	230	49	5B 24 + 1S 51
550	10	2	5	2	4	25	15	40	11	1SR 11 + 1B 23

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
551	10	2	5	2	4	25	15	55	17	1SR 11 + 2B 23
552	10	2	5	2	4	25	15	70	23	1SR 11 + 3B 23
553	10	2	5	2	4	25	15	85	29	1SR 11 + 4B 23
554	10	2	5	2	4	25	15	100	35	1SR 11 + 5B 23
555	12	4	3	4	6	9	6	39	15	3SR 41 + 2S 27
556	12	4	3	4	6	27	6	39	15	1SR 43 + 2S 27
557	12	4	3	6	8	6	9	33	21	1S 27 + 3SR 90
558	12	4	3	2	6	54	6	60	12	1R 39 + 1S 27
559	12	4	3	2	6	54	6	186	39	3R 39 + 4S 27
560	12	6	2	3	6	20	10	30	10	1R 70 + 1S 28
561	12	6	2	3	6	20	10	50	15	2R 70 + 1S 28
562	12	6	2	3	6	20	10	110	35	1R 70 + 3S 28
563	12	6	2	3	6	20	10	130	40	5R 70 + 3S 28
564	12	6	2	3	6	40	10	50	15	1R 77 + 1S 28
565	12	6	2	3	6	40	10	110	35	2R 77 + 3S 28
566	12	6	2	3	6	40	10	210	65	4R 77 + 5S 28
567	12	4	3	4	6	9	12	39	15	3SR 41 + 1S 29
568	12	4	3	4	6	27	12	39	15	1SR 43 + 1S 29
569	12	4	3	2	6	54	12	186	39	3R 39 + 2S 29
570	12	3	4	3	8	16	3	47	18	2SR 26 + 5S 53
571	12	3	4	3	8	32	3	47	18	1SR 27 + 5S 53
572	12	3	4	6	8	12	3	15	8	1SR 68 + 1S 53
573	12	3	4	6	8	12	3	63	34	4SR 68 + 5S 53
574	12	3	4	2	8	48	3	57	14	1R 38 + 3S 53
575	12	3	4	4	8	30	3	33	12	1R 111 + 1S 53
576	12	3	4	4	8	30	3	69	26	2R 111 + 3S 53
577	12	3	4	4	8	30	3	105	40	3R 111 + 5S 53
578	12	3	4	2	8	48	9	57	14	1R 38 + 1S 55
579	12	3	4	2	8	48	9	237	62	4R 38 + 5S 55
580	12	3	4	4	8	30	9	69	26	2R 111 + 1S 55
581	12	3	4	4	8	30	9	177	68	5R 111 + 3S 55
582	12	3	4	3	8	16	15	47	18	2SR 26 + 1S 57
583	12	3	4	3	8	32	15	47	18	1SR 27 + 1S 57
584	12	3	4	6	8	12	15	63	34	4SR 68 + 1S 57
585	12	3	4	2	8	48	15	237	62	4R 38 + 3S 57
586	12	3	4	4	8	30	15	105	40	3R 111 + 1S 57
587	12	4	3	4	9	9	4	17	9	1SR 41 + 2S 82
588	12	4	3	8	9	9	4	13	9	1SR 90 + 1S 82
589	12	4	3	2	9	54	4	70	21	1R 39 + 4S 82
590	12	4	3	3	9	36	4	56	21	1R 75 + 5S 82
591	12	4	3	3	9	40	4	48	16	1R 78 + 2S 82
592	12	4	3	3	9	10	4	100	35	2R 78 + 5S 82
593	12	4	3	7	9	12	4	68	43	4R 176 + 5S 82
594	12	4	3	4	9	9	8	17	9	1SR 41 + 1S 83
595	12	4	3	2	9	54	8	70	21	1R 39 + 2S 83
596	12	4	3	3	9	40	8	48	16	1R 78 + 1S 83
597	12	4	3	3	9	40	8	152	54	3R 78 + 4S 83
598	12	6	2	6	10	8	6	26	19	1SR 66 + 3S 98
599	12	6	2	2	10	60	6	84	30	1R 40 + 4S 98
600	12	6	2	3	10	20	6	38	20	1R 70 + 3S 98

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
601	12	6	2	5	10	12	6	30	20	1R 144 + 3S 98
602	12	6	2	5	10	12	6	12	30	1R 144 + 5S 98
603	12	6	2	7	10	12	6	30	22	1R 175 + 3S 98
604	12	6	2	6	10	20	12	68	50	1SR 70 + 4S 99
605	12	6	2	2	10	60	12	84	30	1R 40 + 2S 99
606	12	6	2	2	10	60	12	96	40	1R 40 + 3S 99
607	12	2	6	2	3	36	32	68	14	1SR 13 + 1R 74
608	12	2	6	2	3	36	32	136	28	2SR 13 + 2R 74
609	12	2	6	2	3	36	32	236	50	3SR 13 + 4R 74
610	12	2	6	2	3	36	32	304	64	4SR 13 + 5R 74
611	12	3	4	3	5	16	12	44	13	2SR 26 + 1R 143
612	12	3	4	3	7	16	12	100	37	4SR 26 + 3R 174
613	12	3	4	3	9	16	12	28	13	1SR 26 + 1R 193
614	12	3	4	3	9	16	12	96	48	3SR 26 + 4R 193
615	12	3	4	3	5	32	12	44	13	1SR 27 + 1R 143
616	12	3	4	3	7	32	12	100	37	2SR 27 + 3R 174
617	12	4	3	4	10	9	12	33	23	1SR 41 + 2R 203
618	12	6	2	4	6	12	8	20	8	1R 109 + 1SR 66
619	12	6	2	4	6	12	8	52	20	3R 109 + 2SR 66
620	12	6	2	4	6	12	8	92	36	5R 109 + 4SR 66
621	12	6	2	6	8	8	12	44	28	1SR 66 + 3R 186
622	12	6	2	6	8	8	12	76	48	2SR 66 + 5R 186
623	12	6	2	3	6	24	12	36	12	1R 71 + 1SR 67
624	12	6	2	3	6	24	12	60	18	2R 71 + 1SR 67
625	12	6	2	3	6	24	12	132	42	4R 71 + 3SR 67
626	12	6	2	3	6	24	12	156	48	5R 71 + 3SR 67
627	12	3	4	3	6	28	12	64	25	1R 72 + 3SR 68
628	12	3	4	3	6	28	12	116	44	2R 72 + 5SR 68
629	12	3	4	6	9	12	12	60	36	3SR 68 + 2R 193
630	12	6	2	4	6	12	16	52	20	3R 109 + 1SR 69
631	12	6	2	4	6	12	16	92	36	5R 109 + 2SR 69
632	12	6	2	6	8	16	12	76	48	1SR 69 + 5R 186
633	12	6	2	3	6	24	20	68	22	2R 71 + 1SR 70
634	12	6	2	3	6	24	20	92	28	3R 71 + 1SR 70
635	12	6	2	3	6	28	20	48	17	1R 73 + 1SR 70
636	12	6	2	3	6	28	20	212	78	4R 73 + 5SR 70
637	12	6	2	4	6	12	20	56	22	3R 109 + 1SR 70
638	12	2	6	3	6	32	20	92	38	1R 74 + 3SR 71
639	12	2	6	3	6	32	20	112	48	1R 74 + 4SR 71
640	12	2	6	3	6	32	20	164	66	2R 74 + 5SR 71
641	12	4	3	8	10	9	12	21	16	1SR 90 + 1R 203
642	12	3	4	2	3	48	28	76	15	1R 38 + 1R 72
643	12	3	4	2	3	48	28	256	52	3R 38 + 4R 72
644	12	3	4	2	5	48	12	288	60	5R 38 + 4R 143
645	12	3	4	2	5	48	24	288	60	5R 38 + 2R 146
646	12	3	4	2	6	48	18	180	42	3R 38 + 2R 167
647	12	3	4	2	7	48	12	60	15	1R 38 + 1R 174
648	12	3	4	2	9	48	12	72	26	1R 38 + 2R 193
649	12	4	3	2	10	54	12	102	19	1R 39 + 4R 203
650	12	6	2	2	3	60	24	84	16	1R 40 + 1R 71

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
651	12	6	2	2	3	60	24	108	22	1R 40 + 2R 71
652	12	6	2	2	3	60	24	276	54	3R 40 + 4R 71
653	12	6	2	2	3	60	24	300	60	3R 40 + 5R 71
654	12	6	2	2	4	60	12	72	14	1R 40 + 1R 109
655	12	6	2	2	4	60	12	96	22	1R 40 + 3R 109
656	12	6	2	2	4	60	12	156	32	2R 40 + 3R 109
657	12	6	2	2	4	60	12	180	40	2R 40 + 5R 109
658	12	6	2	2	4	60	12	240	50	3R 40 + 5R 109
659	12	6	2	2	8	60	12	96	34	1R 40 + 3R 186
660	12	6	2	2	8	60	12	120	50	1R 40 + 5R 186
661	12	6	2	3	4	20	12	32	9	1R 70 + 1R 109
662	12	6	2	3	4	20	12	76	22	2R 70 + 3R 109
663	12	6	2	3	4	20	12	140	40	4R 70 + 5R 109
664	12	6	2	3	8	20	12	56	29	1R 70 + 3R 186
665	12	6	2	3	8	20	12	100	50	2R 70 + 5R 186
666	12	6	2	3	5	24	12	36	11	1R 71 + 1R 144
667	12	6	2	3	5	24	12	168	50	5R 71 + 4R 144
668	12	6	2	3	5	24	24	168	50	5R 71 + 2R 147
669	12	6	2	3	7	24	12	36	13	1R 71 + 1R 175
670	12	3	4	3	4	28	30	146	44	2R 72 + 3R 111
671	12	6	2	3	4	40	12	76	22	1R 77 + 3R 109
672	12	6	2	3	4	40	12	140	40	2R 77 + 5R 109
673	12	6	2	3	8	40	12	100	50	1R 77 + 5R 186
674	12	4	3	3	10	40	12	76	40	1R 78 + 3R 203
675	12	6	2	5	8	12	12	48	29	1R 144 + 3R 186
676	12	4	3	5	10	12	12	24	15	1R 145 + 1R 203
677	12	4	3	5	10	12	12	60	40	2R 145 + 3R 203
678	12	4	3	5	10	12	12	96	65	3R 145 + 5R 203
679	12	4	3	5	10	24	12	60	40	1R 148 + 3R 203
680	12	6	2	4	5	12	12	60	22	3R 109 + 2R 144
681	12	6	2	4	5	12	12	96	35	5R 109 + 3R 144
682	12	6	2	4	5	12	24	60	22	3R 109 + 1R 147
683	12	6	2	4	7	12	12	24	11	1R 109 + 1R 175
684	12	3	4	4	5	30	12	174	60	5R 111 + 2R 143
685	12	3	4	4	5	30	24	174	60	5R 111 + 1R 146
686	12	3	4	4	6	30	18	108	39	3R 111 + 1R 167
687	12	3	4	4	9	30	12	42	19	1R 111 + 1R 193
688	12	2	6	2	4	36	33	69	17	1SR 13 + 1B 35
689	12	2	6	2	4	36	33	102	28	1SR 13 + 2B 35
690	12	2	6	2	4	36	33	135	39	1SR 13 + 3B 35
691	12	2	6	2	4	36	33	168	50	1SR 13 + 4B 35
692	12	2	6	2	4	36	33	201	61	1SR 13 + 5B 35
693	12	3	4	3	6	44	12	56	17	1B 34 + 1SR 68
694	12	3	4	3	6	44	12	100	28	2B 34 + 1SR 68
695	12	3	4	3	6	44	12	144	39	3B 34 + 1SR 68
696	12	3	4	3	6	44	12	188	50	4B 34 + 1SR 68
697	12	3	4	3	6	44	12	232	61	5B 34 + 1SR 68
698	12	2	6	3	6	44	20	64	21	1B 34 + 1SR 71
699	12	2	6	3	6	44	20	108	32	2B 34 + 1SR 71
700	12	2	6	3	6	44	20	152	43	3B 34 + 1SR 71

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
701	12	2	6	3	6	44	20	196	54	4B 34 + 1SR 71
702	12	2	6	3	6	44	20	240	65	5B 34 + 1SR 71
703	12	2	6	3	6	44	20	84	31	1B 34 + 2SR 71
704	12	2	6	3	6	44	20	128	42	2B 34 + 2SR 71
705	12	2	6	3	6	44	20	172	53	3B 34 + 2SR 71
706	12	2	6	3	6	44	20	216	64	4B 34 + 2SR 71
707	12	2	6	3	6	44	20	260	75	5B 34 + 2SR 71
708	12	2	6	4	6	33	20	53	21	1B 35 + 1SR 71
709	12	2	6	4	6	33	20	86	32	2B 35 + 1SR 71
710	12	2	6	4	6	33	20	119	43	3B 35 + 1SR 71
711	12	2	6	4	6	33	20	152	54	4B 35 + 1SR 71
712	12	2	6	4	6	33	20	185	65	5B 35 + 1SR 71
713	12	4	3	4	8	33	9	42	17	1B 35 + 1SR 90
714	12	4	3	4	8	33	9	75	28	2B 35 + 1SR 90
715	12	4	3	4	8	33	9	108	39	3B 35 + 1SR 90
716	12	4	3	4	8	33	9	141	50	4B 35 + 1SR 90
717	12	4	3	4	8	33	9	174	61	5B 35 + 1SR 90
718	12	6	2	4	8	33	12	45	19	1B 35 + 1R 186
719	12	6	2	4	8	33	12	78	30	2B 35 + 1R 186
720	12	6	2	4	8	33	12	111	41	3B 35 + 1R 186
721	12	6	2	4	8	33	12	144	52	4B 35 + 1R 186
722	12	6	2	4	8	33	12	177	63	5B 35 + 1R 186
723	14	7	2	4	7	21	12	57	24	1S 13 + 3SR 81
724	14	7	2	3	4	28	21	133	30	4R 79 + 1S 13
725	14	7	2	4	6	14	7	21	7	1R 112 + 1S 32
726	14	7	2	4	6	14	7	56	18	3R 112 + 2S 32
727	14	7	2	4	6	14	7	98	32	5R 112 + 4S 32
728	14	7	2	6	10	7	14	49	33	1S 32 + 3R 205
729	14	7	2	4	6	14	14	56	18	3R 112 + 1S 33
730	14	7	2	4	6	14	14	98	32	5R 112 + 2S 33
731	14	2	7	2	8	49	14	175	37	3SR 14 + 2R 187
732	14	2	7	2	8	49	14	238	52	4SR 14 + 3R 187
733	14	2	7	2	10	49	14	77	27	1SR 14 + 2R 204
734	14	2	7	2	10	49	14	154	54	2SR 14 + 4R 204
735	14	7	2	3	7	42	12	90	33	1R 80 + 4SR 81
736	14	7	2	3	7	42	16	90	33	1R 80 + 3SR 82
737	14	7	2	3	7	28	14	154	45	4R 79 + 3R 177
738	14	7	2	3	7	28	14	196	58	5R 79 + 4R 177
739	14	7	2	4	7	14	14	112	41	5R 112 + 3R 177
740	15	5	3	3	6	30	10	70	16	2R 81 + 1S 35
741	15	5	3	3	6	30	10	180	42	5R 81 + 3S 35
742	15	3	5	3	10	25	3	34	11	1SR 28 + 3S 100
743	15	3	5	2	10	75	3	87	18	1R 41 + 4S 100
744	15	3	5	4	10	30	3	36	12	1R 117 + 2S 100
745	15	3	5	2	10	75	6	87	18	1R 41 + 2S 101
746	15	3	5	4	10	30	6	36	12	1R 117 + 1S 101
747	15	3	5	3	10	25	9	34	11	1SR 28 + 1S 102
748	15	3	5	2	10	75	9	177	38	2R 41 + 3S 102
749	15	3	5	4	10	30	9	186	64	5R 117 + 4S 102
750	15	3	5	2	10	75	12	87	18	1R 41 + 1S 103

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
751	15	3	5	4	10	30	12	186	64	5R 117 + 3S 103
752	15	3	5	3	9	25	15	105	33	3SR 28 + 2R 194
753	15	5	3	3	5	40	18	58	14	1R 82 + 1SR 56
754	15	3	5	2	3	75	15	120	19	1R 41 + 1R 83
755	15	3	5	2	3	75	45	405	66	3R 41 + 4R 83
756	15	3	5	2	6	75	15	255	42	3R 41 + 2R 168
757	15	3	5	2	9	75	15	90	19	1R 41 + 1R 194
758	15	5	3	3	4	30	30	150	32	1R 81 + 1R 115
759	15	5	3	3	4	40	15	125	28	2R 82 + 3R 114
760	15	5	3	3	5	10	30	100	28	1R 82 + 2R 150
761	15	3	5	3	4	45	30	180	42	2R 83 + 3R 117
762	15	5	3	3	4	15	15	90	21	1R 84 + 3R 114
763	15	5	3	4	5	15	30	105	30	5R 114 + 1R 149
764	15	3	5	4	6	30	15	105	30	3R 117 + 1R 168
765	16	8	2	4	8	28	20	156	64	2S 14 + 5SR 93
766	16	4	4	3	4	48	16	144	30	2R 87 + 3SR 44
767	16	4	4	3	4	32	24	56	12	1R 86 + 1R 118
768	16	4	4	3	4	32	24	248	54	4R 86 + 5R 118
769	16	4	4	3	4	32	40	168	34	4R 86 + 1R 123
770	16	4	4	3	4	48	36	204	45	2R 87 + 3R 122
771	16	2	8	2	4	64	20	84	13	1SR 15 + 1B 46
772	16	2	8	2	4	64	20	104	18	1SR 15 + 2B 46
773	16	2	8	2	4	64	20	124	23	1SR 15 + 3B 46
774	16	2	8	2	4	64	20	144	28	1SR 15 + 4B 46
775	16	2	8	2	4	64	20	164	33	1SR 15 + 5B 46
776	18	9	2	4	9	36	16	100	40	1S 15 + 4SR100
777	18	9	2	3	4	48	36	276	48	5R 88 + 1S 15
778	18	9	2	6	9	12	16	28	12	1S 37 + 1SR100
779	18	9	2	6	9	12	20	32	14	1S 37 + 1SR101
780	18	9	2	3	6	48	12	60	12	1R 88 + 1S 37
781	18	9	2	3	6	48	12	108	20	2R 88 + 1S 37
782	18	9	2	3	6	48	12	228	44	4R 88 + 3S 37
783	18	9	2	3	6	48	12	276	52	5R 88 + 3S 37
784	18	9	2	3	8	48	18	114	24	2R 88 + 1S 65
785	18	2	9	2	10	81	18	279	47	3SR 16 + 2R 206
786	18	6	3	6	9	27	18	63	27	1SR 73 + 2R 196
787	18	9	2	3	9	54	16	70	17	1R 89 + 1SR100
788	18	9	2	3	9	54	16	194	43	3R 89 + 2SR100
789	18	9	2	3	9	54	16	334	77	5R 89 + 4SR100
790	18	9	2	3	9	54	20	128	28	2R 89 + 1SR101
791	18	9	2	3	9	54	20	202	47	3R 89 + 2SR101
792	18	9	2	3	9	48	18	66	17	1R 88 + 1R 197
793	18	9	2	3	9	48	18	180	42	3R 88 + 2R 197
794	18	9	2	3	9	48	18	312	76	5R 88 + 1R 197
795	20	10	2	6	10	30	12	78	33	1S 41 + 4SR106
796	20	10	2	6	10	30	16	78	33	1S 41 + 3SR107
797	20	10	2	3	6	60	30	210	36	3R 90 + 1S 41
798	20	10	2	3	6	60	30	270	45	4R 90 + 1S 41
799	20	5	4	5	8	16	10	42	12	2SR 58 + 1S 66
800	20	5	4	5	8	32	10	42	12	1SR 59 + 1S 66

Table of E-optimal GDUB designs

No.	v	m	n	k1	k2	b1	b2	b(d)	r(d)	CONSTRUCTION
801	20	4	5	4	10	25	6	31	8	1SR 46 + 1S 106
802	20	4	5	4	10	25	12	161	43	5SR 46 + 3S 107
803	20	4	5	4	10	25	18	161	43	5SR 46 + 2S 108
804	20	10	2	3	7	60	20	360	66	5R 90 + 3R 180
805	20	4	5	4	7	25	20	175	50	3SR 46 + 5R 179
806	21	7	3	6	7	21	18	75	24	1S 42 + 3SR 84
807	21	7	3	6	7	21	27	75	24	1S 42 + 2SR 85
808	21	7	3	3	6	63	21	210	33	3R 91 + 1S 42
809	21	7	3	3	9	63	7	70	12	1R 91 + 1S 88
810	21	7	3	3	9	63	7	217	39	3R 91 + 4S 88
811	21	7	3	3	9	63	14	217	39	3R 91 + 2S 89
812	24	3	8	3	4	64	60	124	18	1SR 32 + 1R 127
813	24	3	8	3	4	64	60	556	82	4SR 32 + 5R 127
814	24	3	8	3	9	64	24	368	58	5SR 32 + 2R 198
815	24	8	3	4	8	54	27	189	45	2R 126 + 3SR 94
816	25	5	5	5	10	25	10	60	14	2SR 60 + 1S 112
817	25	5	5	5	10	25	10	155	37	5SR 60 + 3S 112
818	25	5	5	5	10	50	10	60	14	1SR 61 + 1S 112
819	25	5	5	5	10	50	10	250	60	4SR 61 + 5S 112
820	26	13	2	4	6	52	26	182	30	3R 128 + 1S 44
821	26	13	2	4	8	52	13	65	12	1R 128 + 1S 71
822	26	13	2	4	8	52	13	117	20	2R 128 + 1S 71
823	26	13	2	4	8	52	13	247	44	4R 128 + 3S 71
824	26	13	2	4	8	52	13	299	52	5R 128 + 3S 71
825	27	9	3	4	6	54	36	306	48	5R 129 + 1S 45
826	27	9	3	4	6	54	27	216	36	3R 129 + 2R 170
827	28	7	4	4	8	56	21	189	30	3R 130 + 1S 73
828	28	4	7	4	7	49	40	347	71	3SR 48 + 5R 181
829	28	7	4	4	7	70	32	102	18	1R 131 + 1SR 86
830	28	7	4	6	7	28	32	236	54	5R 171 + 3SR 86
831	28	7	4	4	6	56	28	84	14	1R 130 + 1R 171
832	28	7	4	4	6	56	28	280	48	3R 130 + 4R 171
833	30	6	5	6	10	25	15	155	35	5SR 75 + 2S 114
834	30	6	5	6	10	25	30	155	35	5SR 75 + 1S 115
835	32	4	8	4	10	64	32	416	70	5SR 49 + 3R 208
836	36	9	4	8	9	36	32	164	40	1S 77 + 4SR103
837	45	9	5	5	10	90	36	396	48	4R 163 + 1S 120

〈참 고 문 헌〉

- (1) Cheng C. S. (1980). "On the E-optimality of some block designs". *J. of Roy. Statist. Soc., Series B*, 42, 199-204.
- (2) Clathworthy, Willard H. (1973). *Tables of Two-Associate-Class Partially Balanced Designs*. National Bureau of Standards.
- (3) Constantine, G. M. (1981). "Some E-optimal block designs". *Ann. of Statist.*, 9, 886-892.
- (4) Ehrenfeld, S. (1955). "On the efficiency of experimental designs". *Ann. Math. Statist.*, 26, 247-255.
- (5) Jacroux, M. (1982). "Some E-optimal designs for the one-way and two-way elimination of heterogeneity". *J. of Roy. Statist. Soc., Series B*, 44, 253-261.
- (6) John, P. W. M. (1971). *Statistical Design and Analysis of Experiments*. Macmillan, New York.
- (7) Lee, K. Y. and Jacroux, M. (1987). "Some sufficient conditions for the E and MV-optimality of block designs having blocks of unequal size." *Ann. Inst. Statist. Math.* 39, Part A, 385-397.
- (8) Raghavarao, D. (1971). *Constructions and Combinatorial problems in design of experiments*. John Wiley & Sons, New York.
- (9) Searle, S. R. (1971). *Linear models*. John Wiley & Sons, New York.
- (10) Takeuchi, K. (1961). "On the optimality of certain types of PBIB designs". *Rep. Statist. Appl. Res. JUSE*, 8, 140-145.

On the Construction of some E-optimal Block Designs with Multiple Block Sizes*

Kwang Young Lee**

<Abstract>

In this paper we discuss some E-optimal block designs having unequal block sizes, and give a table of E-optimal designs with 2 different block sizes which can be constructed using the method described in Theorem 3. 2, Theorem 3. 4 and Theorem 3. 5 proved by Lee and Jacroux (1987). All of source designs used are Group Divisible designs which can be found in Clathworthy(1973) or Balanced Incomplete block designs in Raghavarar(1971).

* This Research was supported by the Ministry of Edeucation

** Department of Mathematics, Ajou University, Suwon, Korea