

別紙「計算機シミュレーションによる鋸歯波電圧のグラフ表示」

甲15号証:別紙「モータの速度制御と位相制御、FG systemについて」の4頁の上から4種類のFG出力に対応する鋸歯波電圧を計算機シミュレーションによって示します。

< 計算機シミュレーションの前提条件等 >

条件 1. 横軸の長さ1を50マイクロ秒としてシミュレーションを行いました。

上記設定にすると、

“低速”は、横軸長さ500が1周期の 40 Hz の信号に対応。

“中低速”は、横軸長さ400が1周期の 50 Hz の信号に対応。

“中速”は、横軸長さ300が1周期の 66.7Hz の信号に対応。

“定速 1”は、横軸長さ200が1周期の 100 Hz の信号に対応。

条件 2. 鋸歯波電圧の時定数は0.012秒に設定。

(甲14号証3頁のConversion efficiencyのConditionsに対応)

条件 3. 鋸歯波電圧の開始ポイントは、FGシステムのFG出力の各センターラインを下から上に変化する点とした。

条件 4. 鋸歯波電圧の放電ポイントは、鋸歯波電圧が開始される前で、時間は、横軸の長さの1単位時間の50マイクロ秒とした。

(鋸歯波電圧の開始前に放電し初期化するのは自然な流れである)

鋸歯波電圧の算出には、次式を使用しました。

$$\text{出力電圧} = \text{初期電圧} + (\text{入力電圧} - \text{初期電圧}) \times (1 - \exp(-t/CR))$$

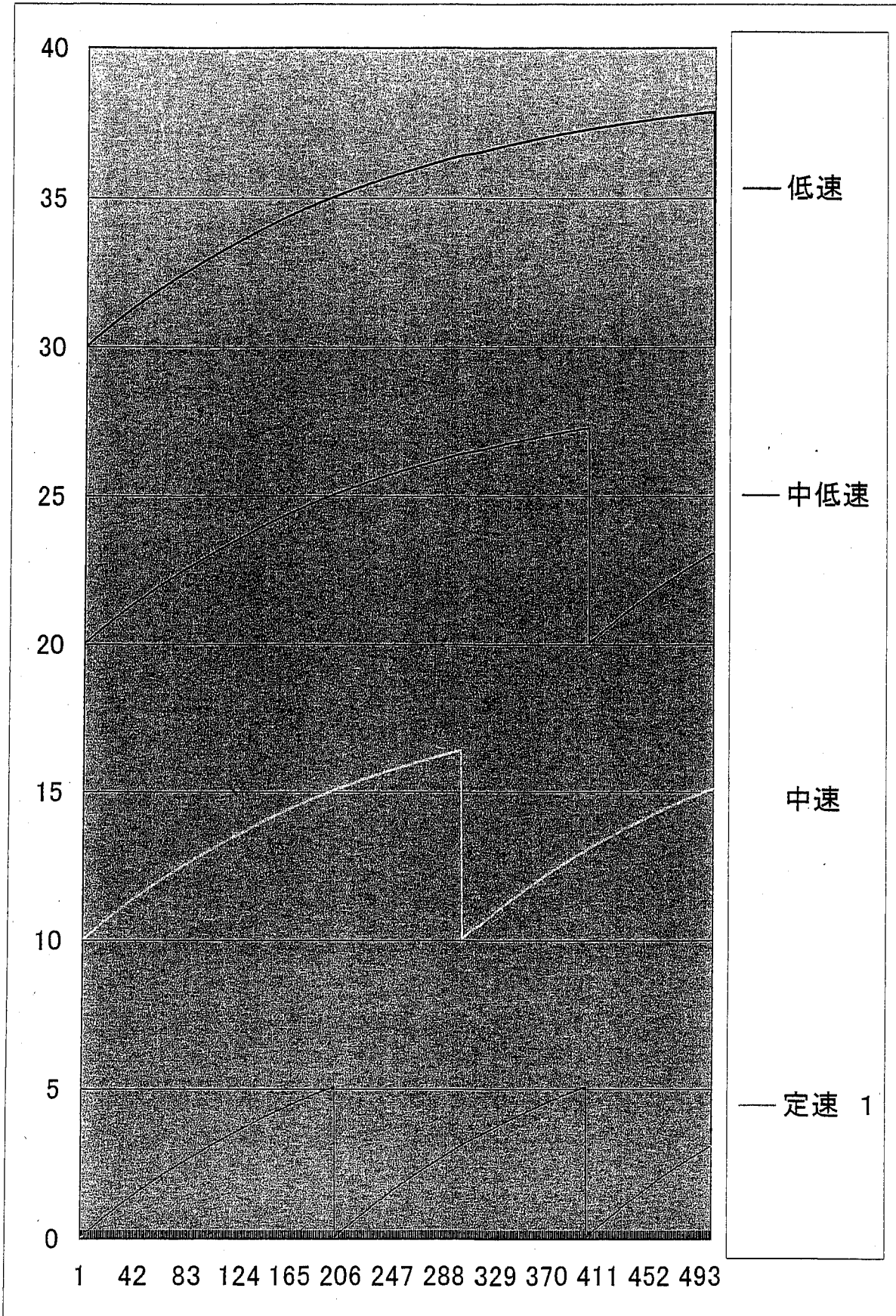
次ページに計算結果のグラフ表示を示します。

(横軸で0~500を表示、“低速”の1周期+1単位時間)

(低速は30、中低速は20、中速は10をそれぞれ加算し1つのグラフに表示しました)

表示用生データの紙面への打ち出しは省略しました。

鋸歯波電圧の計算機シミュレーション結果のグラフ表示



別紙「計算機シミュレーションによるF/V変換器の変換効率に関する考察」
(変換効率: Conversion efficiency)

F/V変換器の変換効率(Conversion efficiency)は、次の様に測定される項目である。FG入力信号を基準となる周波数から僅かに変化させた時に、F/V変換器出力も僅かに変化する。

この時に、次式で計算される値が変換効率(単位:mV/Hz)であり、

変換効率=(F/V変換器出力微小変化分)÷(FG入力周波数微小変化分)

となる。

ここで、FG入力周波数を僅かに変化させる前後の鋸歯波電圧を計算機シミュレーションにて計算し、上記変換効率を算出する。

まず、FG入力周波数を100Hz(グラフで周期200の信号)とし鋸歯波電圧を計算機シミュレーションで求める。

次に、入力周波数を、上記周期に対して周期が1短い入力周波数100.5025Hz(グラフで周期199の信号)とし、同じく鋸歯波電圧を求める。

以上2つの結果から変換効率を算出する。

FG入力周波数を100Hzから僅かに変化させる前と後の鋸歯波電圧のグラフ表示、及び、生データを次頁以降に示す。

次頁のグラフ上では、2つの鋸歯波電圧の波形が開始から終了直前までは重なっている。実際の生データでは、2ページの横軸0から6ページの横軸198までは一致したデータとなっている

すなわち、違いは横軸にて199のところのみ現れている。周期200の鋸歯波電圧の場合は、横軸199には、鋸歯波電圧の最後の一番振幅の大きい電圧がそこに現れているが、一方の周期199の鋸歯波電圧の場合はすでに、次の初期値に戻っている。

同じ電圧、同じ波形をサンプリング・ホールドしても、違いが出てこないことから、違いの現れている鋸歯波電圧の最後の位置をサンプリング・ホールドすることになる。

周期200の鋸歯波電圧の場合は、入力(100Hz)の横軸199の電圧"電圧199"がサンプリング・ホールドされる。(6頁参照)

一方の周期199の鋸歯波電圧の場合は、入力(100.5025Hz)の横軸198の電圧"電圧198"がサンプリング・ホールドされる。(同じく6頁参照)

変換効率は、6頁で計算されるように、-32.45mV/Hzとなり甲14号証3頁の中程に記載の30mV/Hzに対しての一致度は108.17%となり、8.2%程度の+誤差が生じた。

なお、極性がまったく逆であるが、周波数が増加すると鋸歯波電圧の波形がどんどん短く、且つ、振幅も下がってくることから分かるように、マイナスが正解と思われる。

(単なる誤記と思われる)

以上のようにして、放電用パルス位置、及び、サンプリング・ホールドパルス位置は、本件特許の条件を満たしており、BA6303は本件特許を利用したICである。

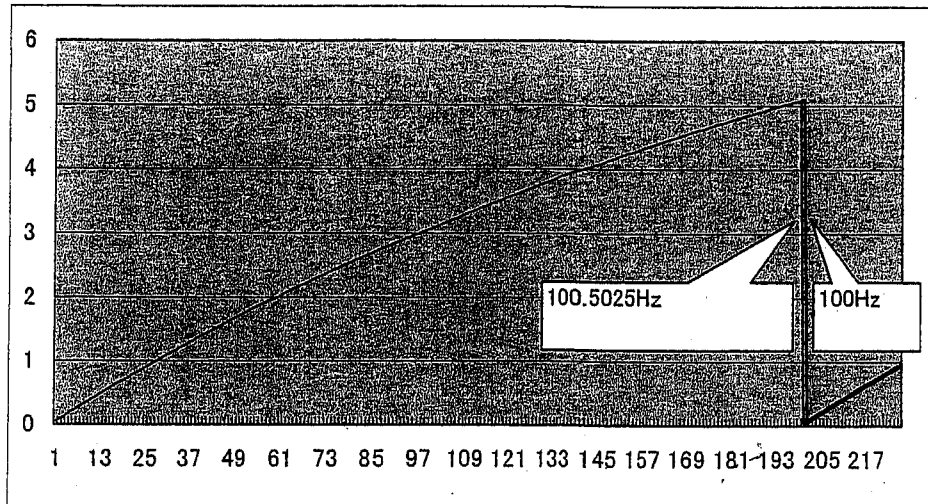
計算結果のグラフ表示

1. 周期200(100Hz)の場合
2. 周期199(100.5025Hz)の場合(ΔF だけ周波数を増加させた場合に相当)

上記2種類の場合に対応して計算結果のグラフ表示と、生データを以下に示す

グラフ表示の注意事項

- ・前提の鋸歯波電圧波形に対し、横軸、縦軸ともに拡大表示されています。



計算機シミュレーション結果の生データ

横軸	入力(100Hz)	入力(100.5025Hz)
0	0.05	0.05
1	0.087214083	0.087214083
2	0.124273431	0.124273431
3	0.161178686	0.161178686
4	0.197930488	0.197930488
5	0.234529477	0.234529477
6	0.270976287	0.270976287
7	0.307271552	0.307271552
8	0.343415901	0.343415901
9	0.379409961	0.379409961
10	0.415254359	0.415254359
11	0.450949715	0.450949715
12	0.486496651	0.486496651
13	0.521895782	0.521895782
14	0.557147724	0.557147724
15	0.592253088	0.592253088
16	0.627212484	0.627212484
17	0.662026519	0.662026519
18	0.696695797	0.696695797
19	0.731220921	0.731220921
20	0.765602489	0.765602489
21	0.799841099	0.799841099
22	0.833937344	0.833937344
23	0.867891818	0.867891818
24	0.901705109	0.901705109

← 電圧はともにVce(sat)の0.05Vからスタート。

25	0.935377804	0.935377804
26	0.968910488	0.968910488
27	1.002303743	1.002303743
28	1.03555815	1.03555815
29	1.068674284	1.068674284
30	1.101652722	1.101652722
31	1.134494035	1.134494035
32	1.167198795	1.167198795
33	1.199767568	1.199767568
34	1.23220092	1.23220092
35	1.264499414	1.264499414
36	1.296663611	1.296663611
37	1.328694069	1.328694069
38	1.360591345	1.360591345
39	1.392355992	1.392355992
40	1.423988562	1.423988562
41	1.455489604	1.455489604
42	1.486859664	1.486859664
43	1.518099288	1.518099288
44	1.549209017	1.549209017
45	1.580189392	1.580189392
46	1.611040951	1.611040951
47	1.641764229	1.641764229
48	1.67235976	1.67235976
49	1.702828075	1.702828075
50	1.733169702	1.733169702
51	1.763385169	1.763385169
52	1.793475	1.793475
53	1.823439718	1.823439718
54	1.853279842	1.853279842
55	1.882995891	1.882995891
56	1.912588381	1.912588381
57	1.942057826	1.942057826
58	1.971404736	1.971404736
59	2.000629622	2.000629622
60	2.029732992	2.029732992
61	2.058715349	2.058715349
62	2.087577198	2.087577198
63	2.116319039	2.116319039
64	2.144941372	2.144941372
65	2.173444693	2.173444693
66	2.201829497	2.201829497
67	2.230096278	2.230096278
68	2.258245525	2.258245525
69	2.286277727	2.286277727
70	2.314193372	2.314193372
71	2.341992944	2.341992944
72	2.369676925	2.369676925
73	2.397245796	2.397245796
74	2.424700036	2.424700036
75	2.452040121	2.452040121
76	2.479266526	2.479266526
77	2.506379724	2.506379724
78	2.533380185	2.533380185
79	2.560268378	2.560268378
80	2.58704477	2.58704477

81	2.613709826	2.613709826
82	2.640264009	2.640264009
83	2.66670778	2.66670778
84	2.693041597	2.693041597
85	2.719265918	2.719265918
86	2.745381199	2.745381199
87	2.771387893	2.771387893
88	2.79728645	2.79728645
89	2.823077322	2.823077322
90	2.848760955	2.848760955
91	2.874337795	2.874337795
92	2.899808288	2.899808288
93	2.925172873	2.925172873
94	2.950431993	2.950431993
95	2.975586086	2.975586086
96	3.000635588	3.000635588
97	3.025580934	3.025580934
98	3.050422558	3.050422558
99	3.07516089	3.07516089
100	3.09979636	3.09979636
101	3.124329396	3.124329396
102	3.148760423	3.148760423
103	3.173089866	3.173089866
104	3.197318148	3.197318148
105	3.221445688	3.221445688
106	3.245472907	3.245472907
107	3.26940022	3.26940022
108	3.293228043	3.293228043
109	3.31695679	3.31695679
110	3.340586873	3.340586873
111	3.364118703	3.364118703
112	3.387552687	3.387552687
113	3.410889232	3.410889232
114	3.434128745	3.434128745
115	3.457271627	3.457271627
116	3.480318281	3.480318281
117	3.503269108	3.503269108
118	3.526124505	3.526124505
119	3.548884869	3.548884869
120	3.571550596	3.571550596
121	3.594122078	3.594122078
122	3.616599709	3.616599709
123	3.638983877	3.638983877
124	3.661274972	3.661274972
125	3.683473381	3.683473381
126	3.705579489	3.705579489
127	3.72759368	3.72759368
128	3.749516335	3.749516335
129	3.771347837	3.771347837
130	3.793088563	3.793088563
131	3.814738891	3.814738891
132	3.836299197	3.836299197
133	3.857769856	3.857769856
134	3.879151239	3.879151239
135	3.900443719	3.900443719
136	3.921647664	3.921647664

137	3.942763444	3.942763444
138	3.963791424	3.963791424
139	3.98473197	3.98473197
140	4.005585445	4.005585445
141	4.026352212	4.026352212
142	4.04703263	4.04703263
143	4.067627059	4.067627059
144	4.088135857	4.088135857
145	4.108559379	4.108559379
146	4.12889798	4.12889798
147	4.149152013	4.149152013
148	4.16932183	4.16932183
149	4.189407781	4.189407781
150	4.209410215	4.209410215
151	4.229329478	4.229329478
152	4.249165917	4.249165917
153	4.268919877	4.268919877
154	4.288591699	4.288591699
155	4.308181726	4.308181726
156	4.327690298	4.327690298
157	4.347117753	4.347117753
158	4.366464429	4.366464429
159	4.385730661	4.385730661
160	4.404916785	4.404916785
161	4.424023132	4.424023132
162	4.443050036	4.443050036
163	4.461997825	4.461997825
164	4.48086683	4.48086683
165	4.499657377	4.499657377
166	4.518369793	4.518369793
167	4.537004404	4.537004404
168	4.555561531	4.555561531
169	4.574041498	4.574041498
170	4.592444625	4.592444625
171	4.610771232	4.610771232
172	4.629021638	4.629021638
173	4.647196158	4.647196158
174	4.665295108	4.665295108
175	4.683318803	4.683318803
176	4.701267555	4.701267555
177	4.719141677	4.719141677
178	4.736941478	4.736941478
179	4.754667267	4.754667267
180	4.772319353	4.772319353
181	4.789898041	4.789898041
182	4.807403637	4.807403637
183	4.824836445	4.824836445
184	4.842196768	4.842196768
185	4.859484906	4.859484906
186	4.87670116	4.87670116
187	4.893845829	4.893845829
188	4.91091921	4.91091921
189	4.927921601	4.927921601
190	4.944853295	4.944853295
191	4.961714588	4.961714588
192	4.978505771	4.978505771

193	4.995227137	4.995227137
194	5.011878975	5.011878975
195	5.028461575	5.028461575
196	5.044975224	5.044975224
197	5.06142021	5.06142021
198	5.077796817	5.077796817
199	5.094105331	0.05
200	0.05	0.087214083
201	0.087214083	0.124273431
202	0.124273431	0.161178686
203	0.161178686	0.197930488
204	0.197930488	0.234529477
205	0.234529477	0.270976287
206	0.270976287	0.307271552
207	0.307271552	0.343415901
208	0.343415901	0.379409961
209	0.379409961	0.415254359
210	0.415254359	0.450949715
211	0.450949715	0.486496651
212	0.486496651	0.521895782
213	0.521895782	0.557147724
214	0.557147724	0.592253088
215	0.592253088	0.627212484
216	0.627212484	0.662026519
217	0.662026519	0.696695797
218	0.696695797	0.731220921
219	0.731220921	0.765602489
220	0.765602489	0.799841099
221	0.799841099	0.833937344
222	0.833937344	0.867891818
223	0.867891818	0.901705109
224	0.901705109	0.935377804
225	0.935377804	0.968910488
226	0.968910488	1.002303743
227	1.002303743	1.03555815
228	1.03555815	1.068674284
229	1.068674284	1.101652722
230	1.101652722	1.134494035
231	1.134494035	1.167198795
232	1.167198795	1.199767568
233	1.199767568	1.23220092
234	1.23220092	1.264499414
235	1.264499414	1.296663611
236	1.296663611	1.328694069
237	1.328694069	1.360591345
238	1.360591345	1.392355992
239	1.392355992	1.423988562
240	1.423988562	1.455489604
241	1.455489604	1.486859664
242	1.486859664	1.518099288
243	1.518099288	1.549209017
244	1.549209017	1.580189392
245	1.580189392	1.611040951

周期199(横軸0-198)の時
サンプリングされる所(電圧198)

周期200(横軸0-199)の時
サンプリングされる所(電圧199)

変換効率(Conversion efficiency): ΔFV は、
次式で計算できる

$$\Delta FV = (\text{"電圧198"} - \text{"電圧199"}) / (\text{周波数の差})$$

$$= (5.077796817 - 5.094105331) / (100.5025 - 100)$$

$$= -0.032455 \text{ V/Hz}$$

$$= -32.45475 \text{ mV/Hz}$$

となる