UDC 681.118

富士汎用タイマ

Fuji Time Relays

三笠順三* 遠藤彰*
Junzo Mikasa Akira Endo
城所勲* 菱沼正勝**
Isao Kidokoro Masakatsu Hishinuma

I. まえがき

シーケンス制御，プログラム制御における時間要素としてのタイマの重要性については今さら述べる必要もないと思う．さらに，最近では，事務用機械，業務用機械，家庭用機器などが複雑化，高度化するにしたがい，自動化の必要性が増大し，そのような方面にもタイマが急速に普及しつつある．統計によると国内のタイマ生産高は過去急激な増加を続け，一時は月平均8億円におよび，最近は経済情勢の低迷とともにその増加もかなり下ってはいるが，電気式シーケンス制御機器の中ではリレーにつぐ生産高であり，今後とも相当の需要増大が見込まれよう．当社においてもタイマは古い歴史をもつ機器であるが，技術の進歩とユーザの要求をとり入れ常に製品の開発と改良を続けている．ここでは，現在の富士汎用タイマ全般についてシリーズ構成の考え方，共通的な特長，主要機種の特長，性能などについて紹介する。

II. 富士汎用タイマ全般について

1. シリーズの構成

第1表に富士汎用タイマ（復帰式）の全貌を示す．制御用タイマには自動復帰式，電気復帰式，手動復帰式と非復帰の繰返し式タイマがあるが，一般制御用に使用されるもっとも汎用性のあるものは自動復帰式タイマである．しかし，一口に自動復帰式タイマといっても，それに要求される内容は非常に広範囲にわたり，ただ一機種でそれらを満すことは技術的にはともかく，経済性を考えた場合不可能である．そのため動作原理面からみるとモータ式，CR式，制動式などが一般に製作されており，それぞれ特長を発揮している。

汎用制御機器は非常に広範囲で使用されるのでそれに要求される内容も多岐にわたり，相反する内容もあるが，それらを整理してみると

(1) 性能と価格のバランスを要求されること
(2) 信頼性に関する要求がますます高まりつつあること
(3) ユーザ，メーカそれぞれの立場で省力化を考慮した製品であること
(4) 悪環境で長期間安定に動作すること
(5) 小形であること
(6) 長寿命化の点から半導体化を指向していること

などの諸点であろう．富士汎用タイマはこれらの要求を充分に考慮し少しでも多くとり入れるよう努力した．その内容はつぎに述べるような富士汎用タイマシリーズの特長となっている。

2. 高級形と普及形の二系列化

ユーザ層の広い汎用タイマの場合，結論的には，価格も重要であるが，信頼性，品質，性能を重視し，またそれを必要とする用途であり，必ずしも価格のみで採否の決らないユーザ向けの高級形と，性能面などで現在の最高水準を必要とするのではなく，若干それらを犠牲にしても価格を第一優先に考えるユーザ向けの普及形という二系列の製品が必要である．当社ではこのような観点から二つの系列をもっている．もちろん，そのため需要が分散するので，できる限り技術，部品，設備などの共用を心掛けている．普及形には主としてプラグイン構造を採用し，保守点検，交換，計画変更時の処置などに便利なように考慮している。

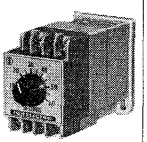
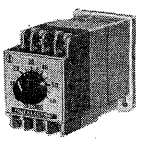
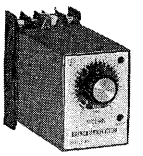
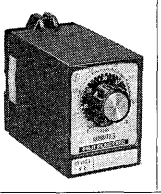
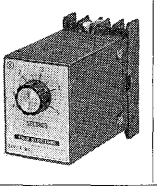
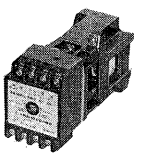
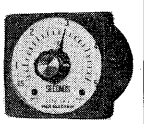
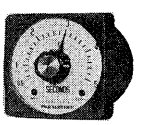
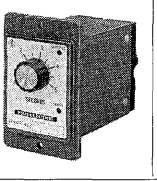
3. 信頼性とその試験法

制御機器の使用量の増大とともに信頼性が重要になってくる．制御用リレーについては各メーカとも接触信頼度について数値を発表するようになってきたが，その際重要なのは試験方法である．試験方法が異なればデータの比較は困難である．リレーの場合種々の方法が考察されているが，アレンブラッドレ方式と称される試験法が一般的で，日本電機工業会標準規格 JEM-1230 にも推奨されている．しかし，この方法はa，b接点で構成され，4または8接点という多接点リレーにしか適用できない．タイマは一般に接点が少なく，しかもc接点構成が多く，さらに単に動作すればよいというのではなく動作時間の精度も重要である．リレーの故障にもコイル断線，復帰不良などがあるが，大負荷開閉は別としてシーケンス制御用として考える限りでは障害の中心は接触

* 東京工場第一製造部 ** 技術企画部

第1表 富士汎用タイマ一覧表

Table.1 Fuji time relays

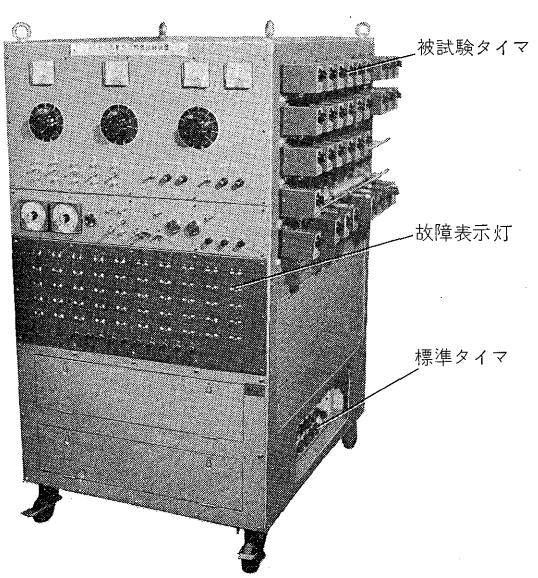
区分	高級形			普及形			
取付 ＼ 動作原理	モータタイマ	CR式タイマ		モータタイマ		CR式タイマ（接点出力）	制動式タイマ
		無接点出力	接点出力	ターゲット表示式	走行指標式		
表面形	モータタイマ SM-A形	全電子タイマ ES形 	サイリスタイマ EMS形 	小形モータタイマ ATM2P形 	小形モータタイマ ATM2PN形 	サイリスタイマ ATC2P形 	ニューマチックタイマ NAT形 
埋込形	モータタイマ SM形	全電子タイマ ES-E形 	サイリスタイマ EMS-E形 	小形モータタイマ ATM2N形	小形モータタイマ ATM2NN形	サイリスタイマ ATC2N形 	—
定格時限範囲	10秒～36時間	0.5秒～60秒	1秒～60秒	5秒～24時間	5秒～24時間	0.5秒～60秒	60秒
入力信号	AC 100, 200V	AC 100, 200V DC 24, 48, 100, 200V	AC 100, 200V DC 24, 48, 100V	AC 24, 100, 200V	AC 24, 100, 200V	AC 24,100,200V DC 24, 48, 100V	AC100,200,400V DC 24, 48, 100, 200V
出力信号 オンデレー	1c（瞬時 1a付）	1a相当	2c（埋込形は 1c1a）	1c（瞬時 1a付）	1c（瞬時 1a付）	1c	1a b
出力信号 オフデレー	—	—	—	—	—	—	1a b
くり返し誤差	±0.5%	±0.5%	±1%	±1%	±1%	±2%	±10%
機械的寿命	300万回		5,000万回	100万回	100万回	2,000万回	300万回
特色	走行指針付，100，200V共用	埋込形AC用は動作表示ランプ付	動作表示ランプ付もある	積算形，電気復帰式，透明ケース，横取付表面形などがある	積算形，電気復帰式などがある	動作表示ランプ付，限時2C接点出力，瞬時1C出力付，整定部分離形などがある	瞬時1a b接点付がある

不良であるが，タイマはリレーに比し構造が復雑で，接触不良以外にも機器信頼度を左右する要素を多量に内蔵している．このような要素は動作時間が正しいか否かという点でとらえることができる．当社では第1，2図に示すような独自の信頼度試験方式で製品の信頼性管理と改良に役立てている．この方式ではタイマ接点は負荷開閉を行なわず，検出リレーと電源で決る電流を通電するのみで，接触信頼度試験としてはアレンブラッドレ方式よりシビアである．また標準タイマに高精度発振器あるいは電源周波数（モータタイマの場合）を基準とするディジタルタイマを用い，ΔT_1，ΔT_2 を適当に決めると動作時間のばらつきが一定限度内にあることも試験でき，機種あるいはロットごとの総合的信頼性比較に特に有効である．ただタイマはリレーに比し1台当たりの接点数が少なく，1台の単価が高く，生産量が少なく，試験時間が長いなどの点から試験がある程度限定され，零故障でも比較的高い推定故障率となってしまう．試験結果の一例をつぎに示す。

試験品：富士小形モータタイマATM2P形

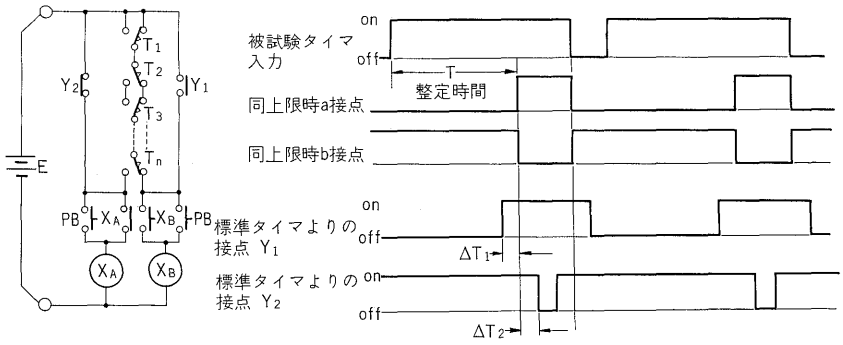
定　格：200V 50/60Hz 12/10秒

条　件：第2図において E=24V DC，X_A，X_B は1ワットリレー，T=10 秒，$\Delta T_1=\Delta T_2=$



第1図　タイマ信頼度試験装置

Fig. 1. Reliability test equipment for timer



(a) 原理回路　　(b) 動作タイムチャート

$T_1, T_2 \cdots\cdots T_n$：被試験タイマ限時接点
PB：押しボタンスイッチ
Y_1, Y_2：標準タイマにより動作させられる接点
X_A, X_B：故障検出用リレーとその接点
E：電源

第2図　タイマ信頼度試験法

Fig. 2. Reliability test method for timer

動作説明
PBオンにより X_B は $T_1, T_2, \cdots\cdots T_n$ のb接点を通して，また X_A は Y_2 を通して自己保持する．つぎに，被試験タイマに整定時間より長い入力を加え整定時間 T の寸前 ΔT_1 および直後 ΔT_2 で標準タイマより信号を出し，Y_1, Y_2 をオーバラップして切換える．T の時点で $T_1, T_2, \cdots\cdots T_n$ はタイマの動作により切換えられるが，X_A, X_B は Y_1, Y_2 を通して自己保持をつづける．さらに $T+\Delta T_2$ をすぎると X_A は $T_1, T_2 \cdots\cdots T_n$ のa接点を通して，X_B は Y_1 を通して自己保持をつづける．つぎにタイマ入力をしゃ断する前後で再び Y_1, Y_2 をオーバラップさせて切換える．入力しゃ断により $T_1, T_2 \cdots\cdots T_n$ は復帰し，Y_1, Y_2 のオーバラップが終ると，X_A は Y_2 を通して，X_B は $T_1, T_2 \cdots\cdots T_n$ のb接点を通して自己保持を継続する。
もしタイマの接点が接触不良になったり，あるいは $T-\Delta T_1, T+\Delta T_2$ の間に動作しなかったり，復帰が不具合で接点の切換えが行なわれなかった場合は，X_A または X_B の自己保持が解けて故障検出される。
タイマへの入力の入切および標準タイマの始動，停止，リセットなどは別回路で行なう。

0.4 秒

結　果：総試験回数 1,000万回，故障数 0

60%信頼水準での故障率 0.092×10^{-6}/回

なお，このような信頼度試験と実際の使用とは種々の点で相違するものであり，数字は改良の目やす，機種間の優劣比較には使用できても，制御装置としての故障率を推定するのに直接使用できるものではない。

また，上記のような動作信頼度試験のほかに環境条件の変化に対する信頼度，すなわち高低温，高温高湿中での長期動作，半導体を使用する機種では電磁開閉器などの大形強電機器の発生するサージ電圧，ノイズによる誤動作，破損なども重要な問題であり，それぞれ試験を行なっている。

4. 省力化への配慮

労働力の節減に関するユーザの要求としては，取付，配線の容易な機器，保守点検の容易なプラグイン形，逆に保守不要の電気的に300～500万回以上の長寿命品，配線方法の省力化，高信頼度化を考慮した端子構造，パネル設計，製作の容易化，また将来の自動化にもつながる機器の外形，取付穴などのメーカ間あるいは機器間の統一などがある．またメーカの立場からは部品の自動加工はもとより自動組立可能な構造設計が要求され，合成樹脂成形品，プレス部品の活用，ねじ締め，はんだ付の減少などの要求がある．これらの中で，富士汎用タイマシリーズで特に言及すべき点はつぎの3点である。

(1) 自動固定式のプラグイン形

小形で比較的小容量の制御機器はプラグイン構造にされることが多い．これは保守点検，交換が容易である利点があるが，耐振動・衝撃性の点からソケットからの脱落防止手段を必要とする．小形機器では線材あるいは板ばね材からなるバンドが一般に使用されているが，タイマ程度の大きさではバンド固定は困難で，プラグイン後，2個所程度ねじ止めするのが普通であった．ねじ止めは簡単な作業であるが，大量に作業する場合は時間ロスが多く，しめ忘れ，しめ過ぎなどの事故も多い．われわれはこの点に着目し，自動固定方式を考案した．第3図は示す構造，動作説明からわかるように，タイマをソケットに押込む一動作で固定が完了する。

(2) 富士0形電磁接触器と取付寸法の統一

強電制御回路には電磁接触器を基本構造としたプランジャータイプの補助リレーが多数使用されている．そのような回路にタイマを使用する場合，同一取付寸法であることは盤構成上，非常に有利である．そこでこのような使用法の多いCR式タイマ，制動式タイマは，当社電磁接触器SRC-3631-0 形と同一取付寸法とした。

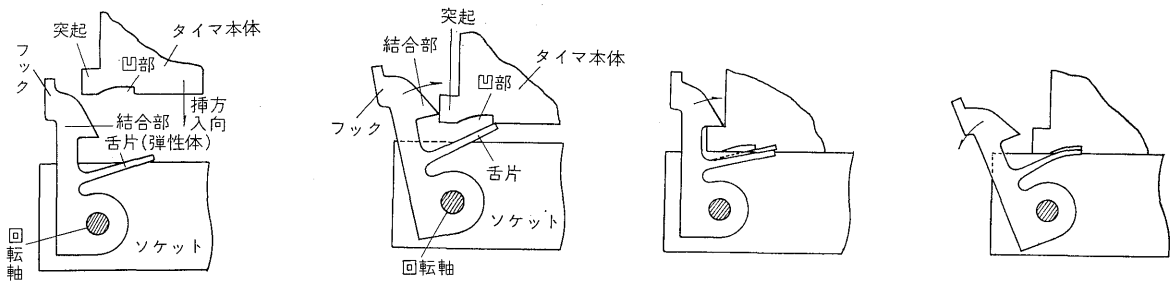
(3) 動作表示

動作チェックの必要性は実務上たびたび起こる．補助リレー，コントロールリレーは，それぞれ動作表示付のものがあるが，タイマでは走行指針付モータタイマ以外は目による動作確認が困難であった．われわれはこの点に着目し，モータタイマでは内部部品の動作を利用して，ほとんど費用をかけずに動作表示器をつけることに成功した．またCR式タイマにはネオンランプによる動作表示をいち早く採用した。

III. モータタイマ

1. モータタイマの概要

モータタイマは，各種動作原理のタイマの中でももっとも精度がよく，時間範囲も広く機種も豊富であり，需要量からみてもCR式が伸長しつつあるとはいえ，現時点では中心機種の地位を保っている．富士汎用タイマには，第1表に示したように自動復帰式，電気復帰式，積



(a)そう入方向に本体を移動させている状態
本体をそう入していくと，本体の突起部によりフックが押されて反時計方向に回転させられる。

(b)舌片が本体の底部に当たる位置まで本体がそう入されると，舌片が底部でおさえられるのでフックに時計方向の回転力が与えられる。

(c)本体が完全にそう入されると，フックに与えられている時計方向の回転力により本体突起とフックが自動的に結合し，本体はソケットに完全に保持される。

(d)本体を抜く場合はフックを反時計方向に回転させると舌片が本体底面の凹部と結合し図示の状態に保たれるので本体を抜くことができる。

第 3 図　自動固定式プラグインソケット（オートソケット）動作説明

Fig. 3.　Principle of self-fastening socket (auto-socket)

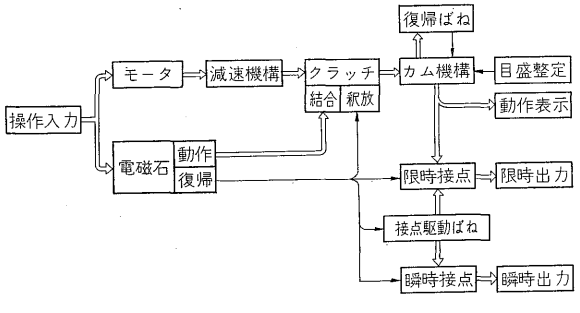
算形，走行指針付などのモータタイマがあり，シリーズの中心となっている。

モータタイマは，接点の動作を遅延させるためのモータ，減速機構，カム機構等と，瞬時復帰のためのクラッチ機構，復帰ばね等によって構成されている．第 4 図にモータタイマの構成の概要を示し，動作をつぎに説明する。

タイマに操作入力を加えると，電磁石の吸引動作によってクラッチが結合し，モータの回転はタイマの時間定格に応じて減速されたのち，クラッチを経てカムに伝えられ，カムは復帰ばねを巻きこみながら回転する．一方電磁石の動作と同時に接点駆動ばねの力が可動接点に与えられ，瞬時接点はただちに開閉動作を行なう．しかし限時接点の動作はカム機構によって阻止され，カムの回転が進んで阻止が解かれるまで，動作が遅延される。

操作入力を切ると電磁石の復帰によってクラッチがはずれ，カムと減速機構との結合が解かれるので，カムは復帰ばねの力によって復帰し，整定目盛に相当する始動位置に静止する．一方接点は，電磁石の復帰力によって瞬時に復帰する。

上記のようにモータと電磁石が並列に接続され，入力の除去と同時に自動的に復帰するタイマは自動復帰式といわれ，もっとも一般的なタイプである．自動復帰式タイマの中には断続入力による時間積算動作ができるように，モータ回路と電磁石回路を分離したものがあり，電磁石回路を励磁しておけばモータ入力を切っても復帰しないので，積算動作が可能である．このような接続のタイマは，積算形またはモータ・クラッチ別接続形と呼ばれている。



第 4 図　自動復帰式モータタイマの原理構造

Fig. 4.　Principle of self-reset motor driven timer

自動復帰式タイマが入力の除去と同時に自動的に復帰し，記憶機能を持たないのに対し，電気復帰式タイマは無人力状態では復帰せず，現状を維持する機能を持つように構成されたもので，そのクラッチは常時結合しており，電磁石回路を励磁することによってクラッチをはずし，接点およびカム機構を復帰させる構造となっている。

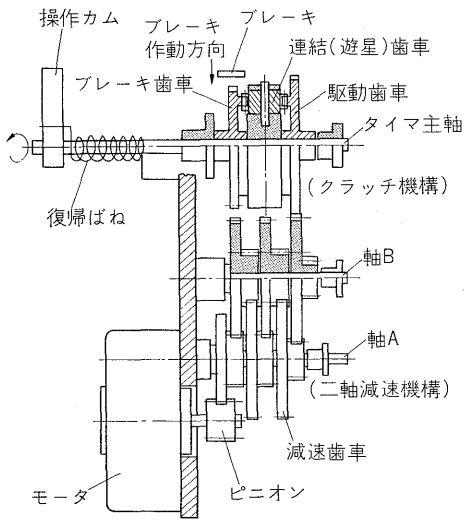
2. 富士モータタイマの構造と特長

富士モータタイマは，高度なプラスチック成形技術を基礎にして，新しい考案を豊富にとり入れ，かずかずの特長を持っている．つぎにその主なものについて述べる。

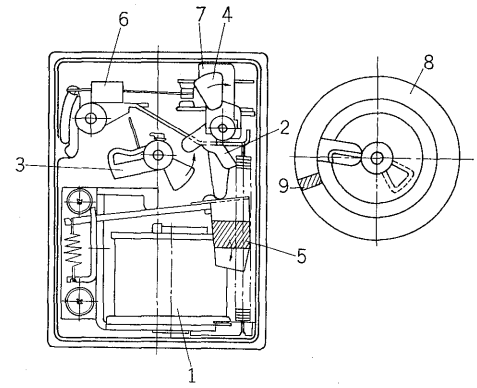
1)　モータおよび減速機構

タイマ用のモータは小形の同期電動機で，電源周波数に同期して一定速度で回転するが，その回転数はモータの極数に反比例し，多極構造の方が回転数が少ないので耐久性にすぐれ，減速機構の構成にも都合がよい．富士モータタイマに採用しているモータは，多極（24極）で回転数が少なく（50Hz で250rpm）長寿命であるほか，その軸受が無給油方式であるため，広い温度範囲にわたって使用できる特長がある。

従来モータタイマの減速機構は，モータと一体化されたものが多いが，タイマの構造が簡単である反面，特に長時間定格品の場合に，動作試験に長時間を要するため試験を充分に行ないがたい欠点がある．富士モータタイマはこの点を改善するため，モータと減速機構を分離し，減速機構には第 5 図のような片持ち構造の二軸多段減速機構を採用し，歯車には自己潤滑性にすぐれたポリ



第5図　モータタイマの二軸減速機構およびクラッチ機構
Fig. 5. Gear train with two axles and clutch mechanism



1. 電磁石
2. 開閉カム
3. 操作カム
4. 動作表示
5. 入力表示
6. 可動接点
7. 固定接点
8. 走行操作カム
9. 走行指標

第6図　小形モータタイマＡＴＭ２形の内部構造
Fig. 6. Mechanism of motor driven timer type ATM 2

アセタール樹脂歯車を採用して減速比の変更が容易にできる構造とした．その結果，すべてのタイマは短時間定格としてコンベアラインで組立てられ，数千回の動作試験によるスクリーニングを経たのち，所定の時間定格に組みかえる工程が採用されたのでタイマの信頼性が大幅に向上した。

2)　クラッチ機構

モータタイマのクラッチは，急速復帰のために必要な機構であるが，その良否は時間精度や耐久性に直接影響するので重要である．富士モータタイマはこの部分に，高級機構として定評のある差動歯車式クラッチ機構を採用し，同時に部品のモールド化によってコストダウンを計っている．このクラッチ機構の構成は第5図に示されているが，その主な特長は，動作時の衝撃が少なく機構の耐久性がすぐれていることと，結合中に整定変更を行なっても部品に無理な力が加わらないことである。

3)　カム機構および動作表示機構

第6図は富士小形モータタイマＡＴＭ２形の内部構造図である．開閉カム２は限時接点の動作を阻止するカムで，操作カム３の回転が進み，整定された時間に近くなると両者が接触し，開閉カムは時計方向に回転して，限時接点が動作する構造となっている．電磁石のアーマチュアの部分５は赤く着色されていて，その動作が表示窓から識別でき，開閉カムが動作すると，その部分４（黄色）が表示窓に現われ，限時動作の完了を表示するので使用上きわめて便利である。

操作カムの回転を指針によって表示すれば，普通の走行指針付タイマとなるが，富士小形モータタイマでは，操作カムの形状を第6図８のようにし，そのリング状表面の赤い指標９が直接外部から見えるようにして，構造の簡素化を図っている。

3.　富士モータタイマの主な性能

1)　動作時間の精度

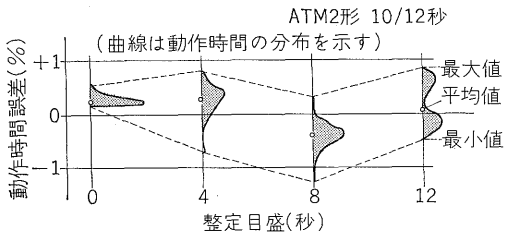
モータタイマの時間の基準となる同期電動機の回転数は，電源周波数が安定である限り一定で，電圧変動や周囲温度の影響はほとんど受けない．動作時間のばらつきは，モータの始動特性や機構部分の精度によって左右され，高級形では定格時間の±0.5%，普及形では±１%（５秒定格は±２%）である．また整定目盛値と実際の動作時間の平均値との差（目盛誤差）は，高級形では±0.5%であるが，普及形では簡易構造のため，カムの回転中心と目盛板との偏心などが影響し，±５%以内である．なお，制御用タイマの時間精度は，一般にはくり返し誤差（ばらつき）が重視されており，目盛誤差はあまり問題とならない．第７図に富士モータタイマの動作時間特性の一例を示す。

2)　使用電圧範囲

制御機器の一般的な使用電圧範囲は，定格電圧の85～110%であるが，この範囲内の電圧変動がモータタイマの動作時間に影響することはほとんどない．電圧範囲の上限は，タイマ内部の温度上昇，特に電磁石およびモータのコイルの温度上昇によって決まり，下限は電磁石の吸引動作特性によって決まる．したがって短時間であれば若干の過電圧は許されるが，120% 以上の電圧ではモータの始動および回転に変調を起こすことがあるので避けるべきである。

3)　使用温度範囲

制御機器の常規使用状態としての温度範囲は－５～＋40℃とされているが，この範囲内の温度変化が，モータタイマの動作時間に影響することはほとんどない．この



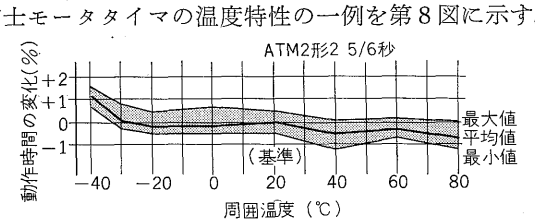
第7図　モータタイマの動作時間特性

Fig. 7. Setting and repeat accuracy of motor driven timer

範囲より低い温度では，モータ内部の潤滑油の粘度が上り，始動しなくなるタイマが多いが，富士モータタイマは潤滑油を使用していないので，−30℃においても正常に動作することが確認されている。

使用温度範囲の上限は，タイマの自己加熱によって内部温度が最高になったときにも正常に動作し，使用部品の物性や絶縁の劣化を起こさないように決められている．したがって周囲温度の上限は，厳密には使用条件によって異なり，タイマの自己加熱が少ない使い方の場合には，上記の範囲より高い温度でも充分に使用できる．たとえば富士モータタイマを自動スターデルタ始動器に使用する場合，整定時間は一般に30秒以下の短時間であるからデルタ接続に切換後タイマの操作入力をしゃ断するように構成すれば，自己加熱による温度上昇は無視でき，周囲温度は65℃まで許容される。

富士モータタイマの温度特性の一例を第8図に示す。



第8図　モータタイマの温度特性

Fig. 8. Effect of ambient temperature in motor driven timer

4) 寿　　命

モータタイマの寿命は，接点の消耗，接点部絶縁の劣化，機械的な摩耗などによって制限され，長期的には，電磁石とモータのコイル絶縁の劣化および使用部品の発錆や劣化なども要因となる。

モータタイマの接点には，軽負荷（24V 数十mA 程度）から，比較的大きな負荷にまで適用できる銀接点が使用されており，その接触抵抗は当初15～30mΩ程度であるが，使用の結果 2Ωをこえるようになったときは，寿命限界としている．接点部の絶縁は，接点材料の微粉やアークによって生じる炭化物によって，a 側接点と b 側接点間で劣化することが多いが，富士モータタイマでは固定接点の絶縁台にスリットを設け，a—b 接点間が不連続となっているので，絶縁性能は大幅に改善されている。

モータタイマの機械的な摩耗は，主として電磁石の動作にかかわる部分に生じ，その動作速度の影響を受けるので，動作の遅い直流電磁石を使用する方が，機械的寿命の点では有利である．一般に高級形のタイマでは直流電磁石が使用され，長寿命（300万回以上）となっているが，普及形では小形で吸引力の大きい交流電磁石を使用しているため，寿命は100万回である。

5) 復　帰　時　間

モータタイマの復帰時間は，カム機構が回転復帰して目盛整定位置に静止するまでの時間に相当し，整定位置によって変化する．富士モータタイマを最大目盛に整定したときの復帰時間は約0.2秒，1/3目盛に整定したときは約0.1秒である．したがってタイマの操作入力をしゃ断してから再投入するまでの時間（休止時間）は，0.3秒以上とることが望ましい．第9図に富士モータタイマの休止時間特性を示す．図から最大目盛整定において休止時間が0.2秒以下になると動作時間が短くなり，完全に復帰していないことがわかる。

なお，電気復帰式タイマの場合には，復帰入力を印加している時間が，上述の休止時間に相当するので，回路構成上注意する必要がある。

6) 使用環境について

富士モータタイマは，使用環境に関してつぎのような試験を行ない，性能を確認しているが，この試験は継続的に使用しうる条件を示すものではなく，性能の目安として考えるべきものである。

(1) 耐　　熱　　性

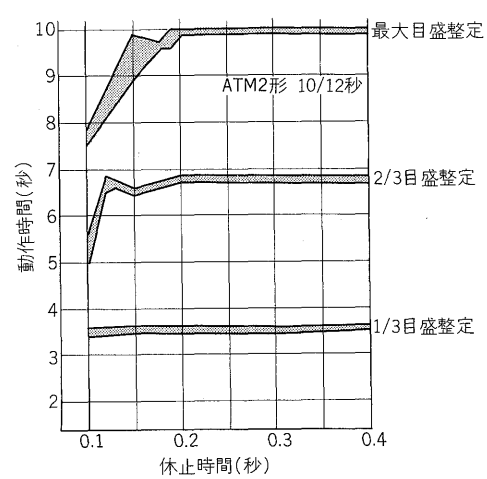
80℃の環境に72時間放置し異常を生じない。

(2) 耐　　寒　　性

−40℃の環境に72時間放置し異常を生じない。

(3) 耐　　湿　　性

40℃，相対湿度95%の環境に1週間放置し異常を生じない。



第9図　モータタイマの休止時間特性

Fig. 9. Effect of reset time in motor driven timer

(4) 耐　振　性

振動数16.7Hz，複振幅4 mm（最大振動加速度約2 g）3軸方向各1時間の振動を加え，試験中および試験後，電気的・機械的に異常を生じない。

(5) 耐　衝　撃　性

衝撃加速度 100 g，3軸6方向各2回の衝撃を加え，試験後電気的・機械的に異常を生じない。

IV. CR式タイマ

1. CR式（電子式）タイマの概要

抵抗を通してコンデンサを充電するときの充電電圧の遅れを限時要素とするものを一般にCR式タイマと呼んでいる．これはまた限時要素として機械的要素を含まず遅れを純電気的に行なうという意味で電子式と呼ばれることもある．しかし，出力部には電磁リレーが使用されるのが一般的で，特に出力部にサイリスタなどの半導体スイッチを使用し機械的要素をまったくなくしたものを全電子式タイマということもある．CR式タイマはコンデンサの充電時間を時間の基準としている関係上最大時限，精度にはおのずと限界がある．電源周波数の各サイクルごとのパルスを計数する計数方式と呼ばれるものは電子式タイマの長時限化，高精度化をねらいとしたものであるが，回路が複雑で価格的にCR式とはかなりの差があり，当分は電子式タイマの主流はCR式であろうと思われる．CR式タイマは，モータタイマに比し構造が簡単で可動部分も比較的長寿命の期待できる電磁リレーしかない(全電子式の場合はまったくない)ので，本質的に高ひん度動作に適し，長寿命が期待できる．また，簡易で安価なものから高精度，高安定のものまで幅広い機種が製作でき，広い用途に応じられる．このような点から次第にモータタイマに対抗する勢力となりつつある。

当社のCR式タイマには確実な動作，長寿命，低価格をねらいとし簡易な回路で構成した普及形，急速復帰回路などをつけてくり返し精度の向上をはかった高級形，さらには出力を無接点化した全電子式など各種のものがあり用途に応じて最適のものを選択することができる．つぎに特長，性能などの一端を紹介する。

2. 富士CR式タイマの回路構成

第10図に示すように直流電圧 E〔V〕を抵抗 R〔Ω〕，コンデンサ C〔F〕の直列回路に加えた場合コンデンサの電位は下式にしたがい上昇する。

$$V_C=E\left(1-\varepsilon^{-\frac{1}{RC}t}\right)〔\mathrm{V}〕$$

また一定の電位 V_C〔V〕まで上昇するに要する時間 t〔秒〕は

$$t=RC\,ln\frac{1}{1-\frac{V_C}{E}}〔\mathrm{S}〕$$

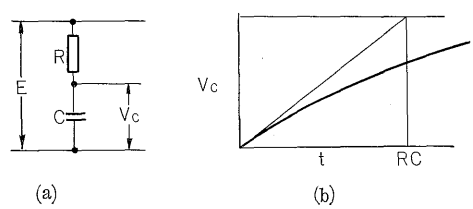
で示される．電圧を印加してからコンデンサの電位が一定のレベルに達したことを検出し出力回路に信号を与えるまでに経過した時間がタイマの動作時間となる．検出電圧が印加電圧に近いほど長い遅れ時間が得られるが，それにつれて検出電圧の変化に対する時間の変化の割合が大きくなり精度，安定性の点で好ましくないので通常印加電圧の65～75%程度で電圧を検出し積分時定数RCの1～1.2倍のおくれ時間となるようにしている．直列抵抗を可変抵抗とすることによりおくれ時間は1/10～1/20まで調整できる．長時限のものはコンデンサのもれ電流で，また短時限の方は入力が通常交流で与えられるので電源の立上り時間で制約され，動作時間範囲は0.05～60〔s〕である。

CR式タイマは原理的にはコンデンサ，抵抗にリレーを組合わせたものでも構成され実用化されているものもあるが，短時限に限られ，特性もよくない．時限の長いもの，電圧，温度の影響の少ない高精度のものを得るためには時限用の抵抗，コンデンサとして良質安定なものを使用することは当然であるがさらに検出器の感度，安定性，復帰特性など各部に充分な考慮を必要とする．高精度化されたタイマは第11図のブロック図に示されるような要素で構成される．第12図は無接点出力の全電子式タイマES形の回路である．整流器コンデンサよりなる電源回路，定電圧ダイオードによる定電圧回路，固体焼結タンタルコンデンサ，可変抵抗器よりなるCR時限回路，シリコントランジスタよりなる電圧検出回路，急速復帰回路，ダイオードブリッジ・サイリスタよりなる出力回路などにより構成されている。

3. 富士CR式タイマの主な性能と特長

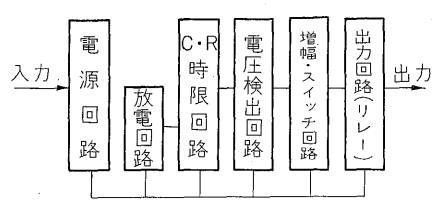
1) 動作時間の精度

タイマの精度には目盛に対する実際の動作時間の誤差を示す目盛誤差と同一の整定においてくり返し使用した



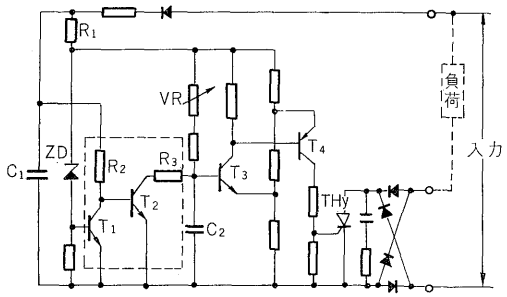
第10図　CR式タイマの動作原理

Fig. 10. Principle of CR timer



第11図　CR式タイマブロック図

Fig. 11. Block diagram of CR timer

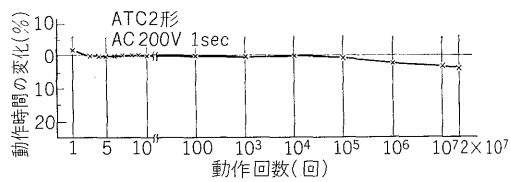


第12図　全電子タイマＥＳ形回路図

Fig. 12. Circuit of electronic timer type ES

場合動作時間のばらつきを示すくり返し誤差とがある。

ＣＲ式タイマの目盛誤差は可変抵抗器の回転角度と抵抗値の直線性できまるがこの直線性の良いものが得難いこと，また実際に使用される場合も目盛に対する動作時間のちがいより同一整定においてのばらつきの方が重要視されるのでくり返し誤差に重点がおかれている．第13図にサイリスタイマＡＴＣ２形を数日間無電圧で放置後一定の周期で測定した動作時間および同一整定目盛で2,000 万回まで動作させた時の動作時間の変化を示す．時限用コンデンサとしてアルミ電解コンデンサなどを使用したものにおいては長期間無通電で放置された場合コンデンサのもれ電流が増加するため動作時間が大幅に狂うものがある．固体焼結タンタルコンデンサを使用した当社のタイマにおいてはこのような現象はきわめて小さい。

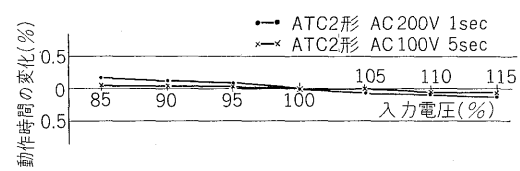


第13図　ＣＲ式タイマの動作時間特性

Fig. 13. Repeat accuracy of CR timer

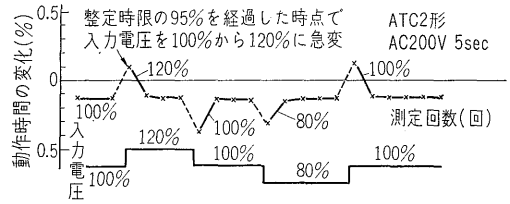
2)　電圧変動の影響

時限用コンデンサの電圧と基準電圧の比を検出する方式においては動作時間中に電圧の変動がなければ電圧の影響はきわめて小さい．しかし動作時間中に大きな負荷が開閉されたりすると電圧が変動し誤差を生ずることがある．これは定電圧ダイオードにより回路を定電圧化することにより実用上無視できる程度に小さくしている．第14図に電圧変動の影響を第15図に電圧急変の影響を示す。



第14図　ＣＲ式タイマの電圧特性

Fig. 14. Effect of voltage deviation in CR timer

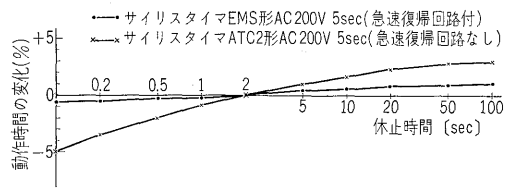


第15図　ＣＲ式タイマの電圧急変の影響

Fig. 15. Effect of sudden voltage deviation in CR timer

3)　休止時間の影響

コンデンサの充電時間を動作時間としているため入力が印加された時点でこのコンデンサに電荷が残っていると動作時間が短くなる．時限用コンデンサに蓄えられた電荷は入力がしゃ断されてから徐々に放電するので，入力しゃ断後つぎに入力を加えるまでの時間（休止時間）によって次回の動作時間が変化するのが普通である．一般の制御回路でサイクリックに使用されるものでは休止時間の影響の比較的大きなものでもなんら支障はないが入力の印加される間隔が不定で，かつ高い動作時間の精度を必要とするものにはコンデンサの電荷を急速に放電させる急速復帰回路付のものが必要である．これは入力がしゃ断されると同時に時限用コンデンサを低抵抗で短絡し電荷を瞬時に放電することにより行なわれる．第12図の全電子式タイマの回路において点線で囲った部分が急速放電回路でトランジスタ T_2 がコンデンサの電荷放電用のスイッチとして作用する．入力が加えられ定電圧ダイオードＺＤに電流が流れ T_1 が on となり T_2 が off となって時限用コンデンサ C_2 が充電されはじめる．整定時限到達後，あるいは時限到達前に入力がしゃ断され C_1 の電位がさがると T_1 が off し T_2 が on となって C_2 の電荷を低抵抗 R_3 を通して放電する．電源しゃ断後 100 ms 以内にこの放電は完了する．第16図に急速復



第16図　ＣＲ式タイマの休止時間特性

Fig. 16. Effect of reset time in CR timer

帰回路の有無による休止時間の影響の差を示す。

4)　入力途中しゃ断の影響

ＣＲ式タイマは充電電圧の検出方法，出力リレーへの信号の与え方，電圧の印加方法などにより種々の回路方式が考えられる．これらの組合わせ方によっては整定時限到達前に入力がしゃ断された場合その瞬間に出力リレーが動作したりあるいはコンデンサの電荷が長時間放電せず残留し，つぎに入力が加わった場合の動作時間がいちじるしく短くなったり，入力印加と同時に出力リレー

式が動作したりすることがある．このような特性のものがあることは見落されやすいがタイマの選定にあたって注意を要する事項である．当社のタイマはこのような点に充分な考慮がはらわれている．また整定時限到達前に入力をしゃ断した場合つぎに入力を加えるまでにとるべき休止時間（途中復帰時間）も前記した急速放電回路付の全電子タイマＥＳ形，サイリスタイマＥＭＳ形は 100 ms，サイリスタイマＡＴＣ２形においても 500 ms と短くなっている。

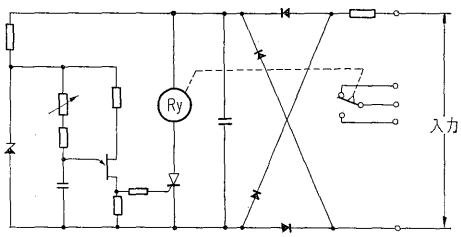
タイマの特殊な使い方として，通常は入力が整定時限に到達しないうちに消滅し，入力条件に異常があった場合だけタイマが動作し信号をだす場合がある．このような用途に対してはＣＲ式タイマが機械的要素のない点で長寿命が期待でき最適であるが，急速復帰回路付でないものを使用すると復帰時間が長く，満足な動作ができないことがある。

5） サージ電圧の影響

タイマは制御回路の１要素として電磁接触器，電磁バルブなどとともに使用される場合が多い。

電磁バルブ，接触器などは大きな電磁エネルギを有しこれらが開閉する場合高い異常電圧を発生する場合がある．したがって制御回路に使用されるタイマなどの機器においてはこれらの異常電圧に対して充分な強度を有することが，一般性能に優先して必要なことである．一方半導体などを使用したＣＲ式タイマは機械式タイマに比し本質的にサージに弱い要素を含んでいる．したがってこれらのサージに対していかに保護されているかがＣＲ式タイマの優劣を左右する大きな要因であろう。

第17図にサイリスタイマＡＴＣ２形の回路を示す．入力回路は抵抗，整流器，コンデンサよりなる簡単な回路であるが入力端子に侵入したサージエネルギは抵抗，コンデンサに吸収され，サージに対してもっとも敏感な整流器にはコンデンサの電圧以上の逆電圧はかからない．コンデンサ，抵抗の大きさを適切に選定することによりサージに対して充分な強度を持たせることができる．当社のＣＲ式タイマは，標準波形 1×40 μs，波高値 3,000 Ｖのサージを入力端子間に加え異常のないことを確認するほか，各種の電磁接触器，電磁バルブなどと組合わせ各種の回路でこれらを開閉し異常の生じないことを確認している。

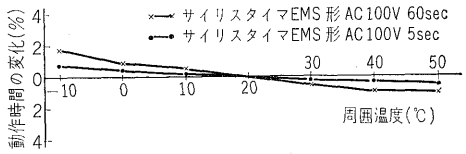


第17図　サイリスタイマＡＴＣ２形の回路

Fig. 17. Circuit of THYRISTIMER type ATC 2

6） 温度の影響

時限用コンデンサには固体焼結タンタルコンデンサ，半導体はすべてシリコンを使用し広い温度範囲において安定に動作する．第18図に温度特性の一例を示す。



第18図　ＣＲ式タイマの温度特性

Fig. 18. Effect of ambient temperature in CR timer

7） 湿度の影響

温度40℃相対湿度95％中に１週間放置後動作に異常なく構成部品各部の発錆も認められなかった．動作時間はＡＴＣ２形において約２％変化した．これは主に可変抵抗器の抵抗変化によるものであり，常温，常湿中に放置することによりほぼ回復した。

8） 振動，衝撃の影響

振動数 16.7Hz 複振幅 4 mm（最大振動加速度，約２ｇ）の振動，および落下衝撃試験器により３軸方向に衝撃加速度10ｇの衝撃を各２回加えて試験し，無入力状態における出力ｂ接点のおどり，85％入力における出力ａ接点のおどりなどの異常現象を生じない．さらに衝撃加速度100ｇの衝撃を３軸６方向に各２回加えて試験し試験後機構各部に異常を生ぜず動作時間も正常である。

Ⅴ. 制動式タイマ

1. 制動式タイマの概要

制動式タイマはベローまたはダイアフラムなどで形成された制動室を外力により変位させる場合，その変位速度が制動室に流入する流体の単位時間当たりの流入量に比例することを利用し，流入開始から時間遅れを持って制動室の変位がある一定量に達するとそれを検出し出力スイッチを駆動する構造になっている．遅れ時間は流入流体の単位時間当たりの流入量により変化するため，この流体の流通抵抗を制御することにより遅れ時間を変化できる．流通抵抗の制御は一般に流通路の断面積または長さを調節して行なわれる。

制動式タイマはその制動作用が外的要因，制動室の微細条件などで比較的変動が大きく精度が低い欠点があるが，簡潔な構造であり通常のオンデレーのほかにオフデレー動作や交，直流操作品が容易に製作できる特長があり比較的低価格ともあいまってあまり精度を必要としない時間制御分野に広く使用されている。

制動式タイマにおいて作用流体に空気を使用したものをニューマチックタイマと呼び，これが制動式タイマの主流として一般に製作されている。

ニューマチックタイマにおける制動室への空気流入方式は外気をフィルタを通して室内へ吸込み復帰時はそれをまた外気へ放出するオープンサイクルの外気吸入式と，外気としゃ断された二つの制動室内の空気を循環させるクローズドサイクルの内部循環式がある．富士ニューマチックタイマＮＡＴ形は内部循環式であり，外気吸入式に比し外部のじん埃の影響を受けにくく，安定な動作が期待できる。

2. 富士ニューマチックタイマの構造と特長

1) 構　造　全　般

第19図に富士ニューマチックタイマの構造を示す．フェノールレジン成形品を主要部品とし，電磁石と限時機構部をタンデムに組立て，鉛直面取付時に可動部が水平動作する縦形構造とし，取付面積の縮小をはかっている．オンデレー，オフデレー，交直流操作各機種の部品は極力共通化をはかるとともに，電磁石部，限時機構部，スイッチ部は単独に組立，調整可能な形とし，機構簡素化とあいまって信頼性の向上に努めている。

なお，このタイマはＣＳＡ規格を満足しており，品質および安全性の点で国際的な評価を得ている。

2) 電　磁　石

交流操作電磁石はけい素鋼鈑を積層した可動，固定鉄心，操作コイルおよび限時機構部を駆動するホルダなどにより構成され，これらは電磁石部として一体となっており鉄心緩衝ゴムを介してケース内に収納してある。

直流電磁石は塊状鉄心によるプランジャ形電磁石で，Ｕ形ヨーク２個を前後から90度ずらせ組合わせた４面ヨーク構造とし放熱効果を高めるとともに漏洩磁束を減少させ，テーパプランジャの採用ともあいまって小形ながら大きな吸引力特性を有している。

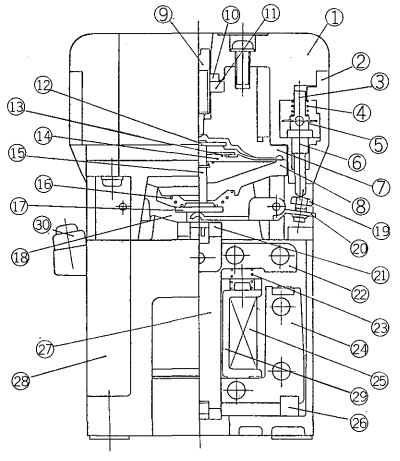
これらはオフデレーの水平面取付において負荷反抗力が最大となるがこの状態でも温度，電圧変動が許容値内であれば支障なく動作するようになっている。

3) 限　時　機　構

ニューマチックタイマのもっとも重要なメカニズムである限時機構は亜鉛合金ダイカスト製の上部空気室，スイッチ駆動レバーを有する下部空気室，耐候性を考慮した一方向弁付シリコンゴム製ダイアフラムおよびノズルパッキン，ノズルナットにより自在性を持たせて取付けられているノズルからなり，スイッチ部を取り付けることにより空気循環経路を形成した空気内部循環構造で外部のじん埃などの影響を受けにくく，広い温度範囲で安定した動作時間を維持するものとなっている。

時間整定は外部よりドライバでノズルを回転し，空気室壁に設けられたテーパ状穴とのはめ合深さを変えることによりその流入路断面積を変化させ行なう。

4) ス　イ　ッ　チ　部



1：スイッチケース　16：駆動スプリング
2：スイッチカバー　17：ガイドリング
3：ボ　タ　ン　軸　18：瞬時レバー
4：動作スプリング　19：六角ボルト
5：可　動　板　20：限時レバー
6：ボ　タ　ン　21：スプリングホルダ
7：上部空気室　22：Ｔ形コア
8：下部空気室　23：復帰スプリング
9：ノ　ズ　ル　24：Ｅ形コア
10：ノズルパッキン　25：コ　イ　ル
11：ノズルナット　26：コア受ゴム
12：バルブ座　27：アマチュアホルダ
13：ダイアフラム　28：マグットケース
14：補助スプリング　29：ボ　ビ　ン
15：バルブシャフト　30：コイル端子

第19図　ニューマチックタイマＮＡＴ形（交流操作）の内部構造

Fig. 19. Mechanism of pneumatic timer type NAT

瞬時および限時接点は１ａ，１ｂのスイッチブロックで構成し，スナップアクション機構により二重しゃ断方式を採用し，小形にもかかわらず大きな開閉容量を有している．このスナップスイッチは端子にはセルフアップねじを使用した上面配線方式で使いやすさを考慮したものとなっている。

3. 富士ニューマチックタイマの主な性能

1) 動作時間の精度

ニューマチックタイマは一般に時間目盛がないため時間精度は次式で示すくり返し誤差のみで表わしている。

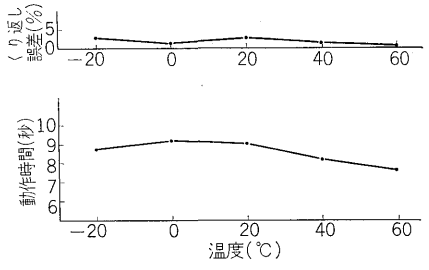
$$\text{くり返し誤差} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(\text{n 回測定中の最大動作時間}) - (\text{同最小動作時間})}{\text{n 回測定の平均動作時間}} \times 100(\%)$$

富士ニューマチックタイマは，くり返し誤差±10％を公称しているが，第20，21図に示すように，実力は±５％程度である。

2) 周囲温度の影響

ニューマチックタイマは周囲温度の変化により，内部空気の膨張，収縮のほか，空気室，ノズルなどの寸法変化が生ずるため時間の変化はさけられない．ニューマチ

ックタイマNAT形ではダイアフラムにシリコンゴムを使用するとともにノズル材質と空気室テーパ部の材質の温度係数をあわせ補償し，20℃を基準にして−10～+50℃の範囲で±15%程度の時間変化におさえている．第20図に周囲温度による時間変化を示す。



第20図　ニューマチックタイマの温度特性

Fig. 20. Effect of ambient temperature in pneumatic timer

3)　取付姿勢の影響

実際の使用では取付状態が固定化されるため，取付姿勢による動作時間の変化はあまり問題にならないが，このタイマではすべて左右対称構造になっているため，その変化は少なく基準位置の鉛直盤面取付と水平面取付の差は10%以内になっており，くり返し精度，動作電圧も支障ないためまったく取付姿勢に制限なく使用できる。

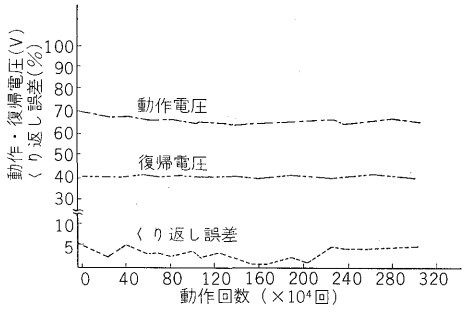
4)　寿　　命

(1)　電気的寿命

JEM1230 に準拠し交流誘導負荷用の級別 A_1 では定格電流の10倍閉路，1倍開路，交流抵抗負荷用の級別A_2および直流負荷用の級別D_1～D_3では，1倍開閉の動作責務で，開閉ひん度は0種の1,800回/時，使用率は40%で実施し，いずれも 100 万回を充分上回る結果であった。

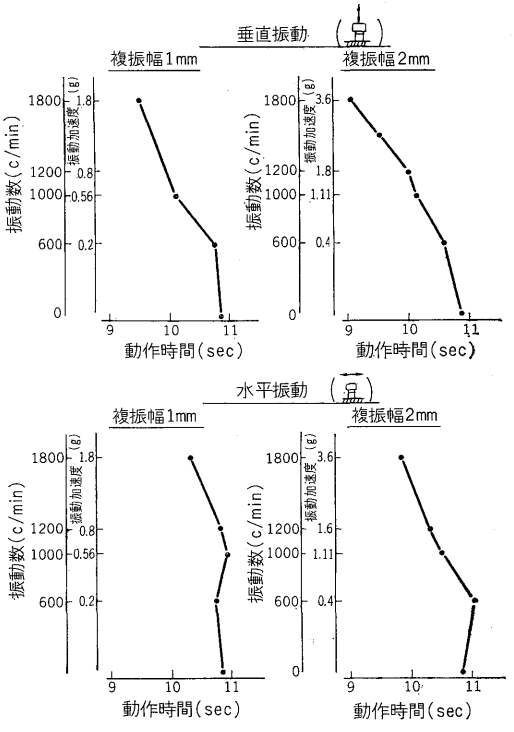
(2)　機械的寿命

ニューマチックタイマは比較的高ひん度使用が可能なため，長寿命を要求される場合が多く，このタイマにおいても長寿命化を図るため，可動部の材料として耐摩耗性のすぐれたアセタール樹脂などを使用している．その結果くり返しひん度 3,600 回/時の寿命試験においても構成部品の損傷もなく 300 万回動作後の各特性も第21図のとおり異常は認められなかった。



第21図　ニューマチックタイマの機械的寿命試験における特性変化

Fig. 21. Characteristic changes of pneumatic timer in mechanical life-test



第22図　ニューマチックタイマの振動の影響

Fig. 22. Effect of vibration in pneumatic timer

5)　振動，衝撃の影響

振動については共振試験と動作時間試験を実施した．共振試験は振動数 0～55Hz，複振幅0.5mmにて水平および垂直方向で接点の誤動作により判定し，共振はまったく認められなかった．また動作時間試験は第22図に示すとおり 2 g において最大15%程度動作時間が短くなるが，機能上の異常はなかった。

衝撃については 30 g まで接点のおどりはなく，また 100 g でも機械的に充分耐え得ることが確認できた。

VI. むすび

制御対象の大形化とともに，従来のようなリレーやタイマなどの個別機能部品の集合という形でなく，一歩進んだ制御装置がつぎつぎに開発されている．しかし，ここに述べたタイマのような機器も，また別の面でますます需要が増大するであろう．それと同時にユーザの要望技術面は，価格面でますます高度化，多様化するであろう．われわれは常に研究に努め，このようなユーザの要望に一つでも多く応えて行く所存である．富士汎用タイマに対する各位のご愛顧とご鞭撻をお願いする。

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。