

Dr. MARIO PAVAN

Prof. Inc. di Entomologia Agraria nell'Università di Pavia

## Ricerche sperimentali sul comportamento degli Artropodi

### III. - Apparecchio per lo studio del comportamento cinetico

Lo studio del comportamento degli insetti si giova di una ricca metodica che va dall'esame delle relazioni degli animali fra loro e con l'ambiente (etologia ed ecologia) ai vari gradi di intervento sperimentale sia nell'ambiente naturale sia in condizioni di laboratorio.

Quest'ultimo caso del comportamento in condizioni sperimentali di laboratorio richiede di norma l'applicazione di uno strumentario che solo in piccola parte può coincidere con le attrezzature standardizzate delle normali ricerche, in quanto fra l'altro queste in maggior parte sono concepite e realizzate per lo studio di organismi aventi una mole molto maggiore di quella dei nostri anche più grossi insetti. Forse soltanto nel caso della respirometria la comune tecnica fisiologica ha raggiunto un livello di dimensioni dello strumentario impiegabile anche per insetti fra i più piccoli.

Nello studio del comportamento degli animali una delle più sentite necessità è quella di disporre di apparati che con una fedele registrazione dei fenomeni riducano il più possibile la causa d'errore dovuta alla soggettività delle interpretazioni dello sperimentatore.

Ora, sviluppando il programma di ricerche sul comportamento degli insetti in condizioni sperimentali, ho studiato e realizzato un complesso di apparecchi valevoli per le più svariate sperimentazioni, il cui funzionamento è basato sulla registrazione attografica col principio della camera ruotante. Prima di passare alla descrizione del complesso da me costruito, ricorderò sommariamente l'esistenza di vari tipi di attografi, il cui funzionamento è talora soggetto a qualche riserva come vedremo (1).

---

(1) Mi è grato dovere ringraziare il chiarissimo prof. G. Grandi, direttore dell'Istituto di Entomologia di Bologna per le facilitazioni concesseme nelle consultazioni bibliografiche nella particolarmente ricca biblioteca dell'Istituto da lui diretto.

E' comunemente ricordato in numerose opere di entomologia un attografo che evidentemente coincide con quello di SZYMANSKI. Sostanzialmente trattasi di una leva a due braccia oscillante su un giogo: ad un braccio della leva è applicata una gabbietta per l'animale in esperimento, mentre l'altro braccio porta un contrappeso regolabile e termina con una punta che tocca la carta affumicata applicata ad un cilindro ruotante (chimografo). I movimenti dell'animale nella gabbietta determinano oscillazioni che vengono registrate sulla carta affumicata. Ma per citare un solo inconveniente presentato da quest'apparecchio basterà ricordare che mentre gli spostamenti dell'ani-

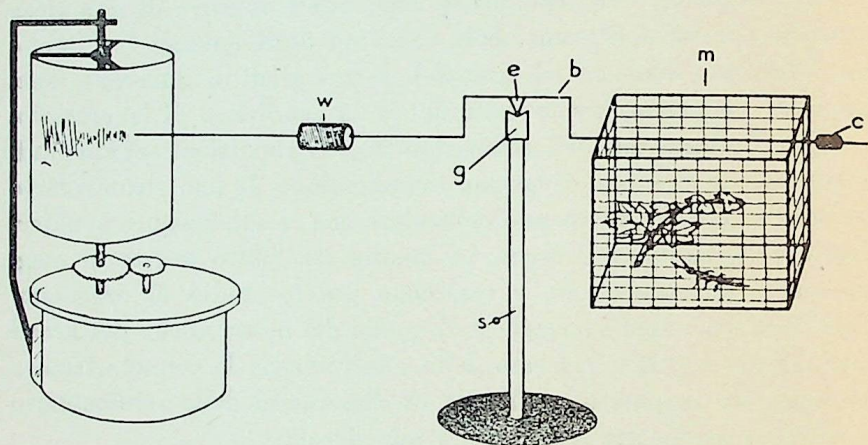


Fig. I. — Attografo di SZYMANSKI (da KALMUS 1943)

male parallelamente all'asse della leva imprimono a questa oscillazioni più o meno ampie, gli spostamenti in senso ortogonale non producono uguali oscillazioni e quindi non vengono registrati alla stessa stregua dei precedenti.

Una figura parziale di questo apparecchio trovasi in CHOPARD (1938, pg. 379), e in CHAUVIN (1934, pg. 53), riportata anche nella figura II, 1 in questa nota. KALMUS (1948, pg. 23) da una rappresentazione d'insieme che viene riprodotta nella fig. I.

Variazioni di questo apparecchio sono state impiegate da vari Autori, anche con notevoli modifiche, senza tuttavia abbandonare il principio della leva a due braccia.

Così CHAUVIN (1943) modifica l'attografo di SZYMANSKI con-

ferendo direttamente alla gabbia rettangolare in rodoid o celluloido contenente l'animale, la funzione di apparato oscillante fissato ad un asse mediano trasversale. La gabbietta porta una leggera penna che registra le oscillazioni per attrito sulla carta affumicata di un tamburo ruotante (v. figure II, 2-3). L'apparecchio lavora con insetti fino ad un peso minimo di gr. 0,5 mentre con insetti di peso minore l'attrito della penna arresta il funzionamento dell'apparecchio.

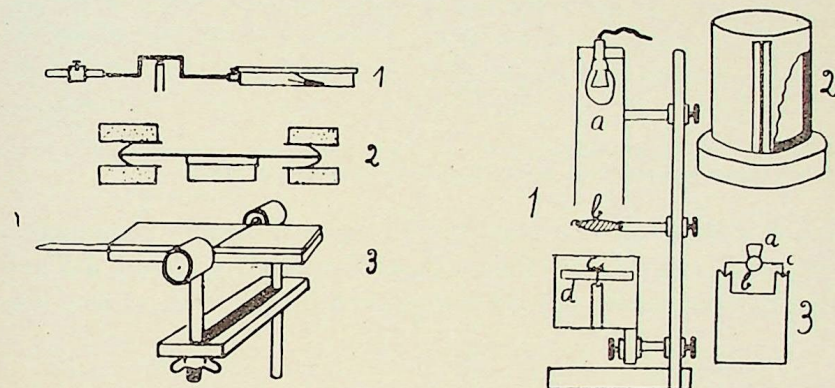


Fig. II. — 1: Attografo di SZYMANSKI; 2 e 3: modifica di CHAUVIN all'attografo SZYMANSKI. In 2 particolare dell'asse trattenuto da due capillari a fondo cieco; in 3 vista d'insieme dell'apparecchio secondo le modifiche di CHAUVIN.

(da CHAUVIN 1943)

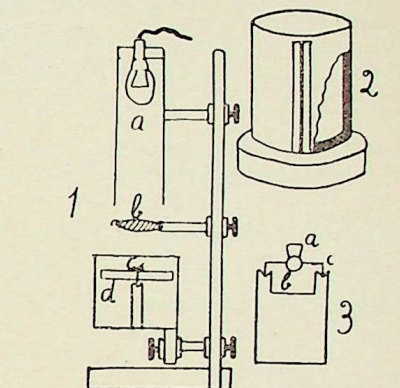


Fig. III. — Microattografo di CHAUVIN. 1: vista d'insieme dell'apparecchio; a-b: sorgente luminosa e lente condensatrice; c: frammento di specchio; d: tubo in rodoid racchiudente l'animale. 2: registratore ottico (una parte della corazzatura opaca è stata levata per mostrare all'interno il chimografo con carta fotosensibile. 3: particolare del montaggio del microattografo visto di fronte; a: specchio; b: sezione del tubo di rodoid; c: asse.

(da CHAUVIN 1943)

Questa limitazione ha indotto l'Autore a studiare la eliminazione dell'attrito perturbatore. In un secondo apparecchio, CHAUVIN (1943) fissa un frammento di specchio alla gabbietta o tubo oscillante contenente l'animale: un raggio luminoso colpisce lo specchio e viene riflesso su carta fotosensibile applicata ad un tamburo ruotante. Gli animali in esperimento muovendosi provocano l'oscillazione della gabbietta, e quindi il raggio luminoso riflesso lascia una traccia spezzata sulla carta fotosensibile (v. fig. III, 1-3). Questo apparecchio viene chiamato dall'Autore « microattografo » a motivo della sensibi-

lità di funzionamento, poichè registra i movimenti di un *Leptothorax* (*Formicidae*) o di un neonato di *Blattella* (v. anche CHAUVIN 1944).

Il microattografo di CHAUVIN consente una registrazione dei

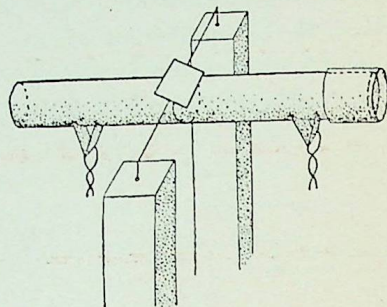


Fig. IV. — Microattografo ottico di CHAUVIN in rodoid, con specchietto per la riflessione del raggio luminoso sulla carta fotosensibile (da CHAUVIN 1944).

ritmi di attività, ma non permette di contare il numero delle oscillazioni né di valutare gli effettivi percorsi spaziali compiuti dall'animale in esperimento; piccoli movimenti o lunghi percorsi non ven-

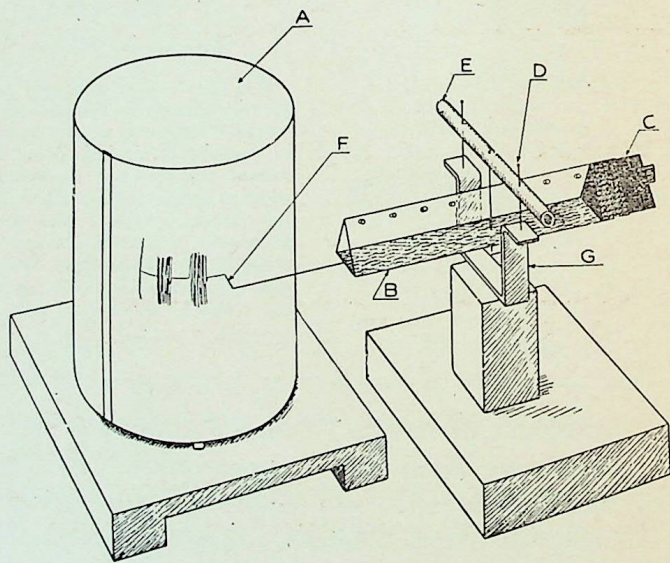


Fig. V. — L'attografo di D'AGUILAR, 1951.

gono distinti fra loro nella registrazione e quindi questa si limita ai valori qualitativi (frequenza, fasi) non rapportabili a valori quantitativi.

Modificando ulteriormente i tipi precedenti derivati dall'attografo SZYMANSKI allo scopo di ottenere una maggiore sensibilità, D'AGUILAR (1951) ha sostituito un crine al posto della punta scrivente per attrito sulla carta affumicata del chimografo, potendo così lavorare con insetti pesanti qualche milligrammo (v. fig. V).

LUTZ (1932) per studiare i ritmi di attività nictemerale di insetti, impiega un attometro costituito da due gabbie riunite da un corridoio di passaggio per l'insetto: nel corridoio trovasi un ponte in bilico molto sensibile il quale si abbassa per il peso dell'insetto determinando contatti elettrici in pozzetto di mercurio. Ogni impulso elettrico convogliato ad un elettromagnete, comanda una penna scrivente su carta applicata al chimografo.

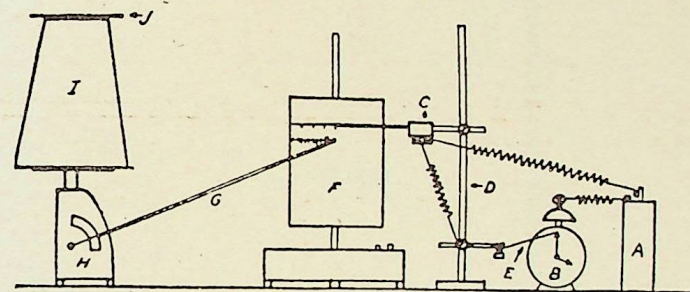


Fig. VI. — L'attografo di EVERLY (1929) con camera per l'insetto saltatore poggiante sul piatto di una bilancia pesalettere.

Per studiare i ritmi nictemerali di insetti Everly (1929) ha impiegato un attografo con una camera per l'insetto formata da un cono di cartone e celluloido posato sul piatto di una bilancia pesalettere il cui indice è prolungato in un braccio che scrive per attrito sulla carta affumicata di un cilindro ruotante. I movimenti (salti) dell'insetto in esperimento fanno oscillare la bilancia e vengono registrati sulla carta affumicata mediante le oscillazioni del braccio scrivente.

La registrazione dei tempi viene effettuata dagli scatti di una penna scrivente comandata da un elettromagnete collegato con un accumulatore ed una sveglia funzionante da interruttore automatico a scatti orari (v. fig. VI).

Anche l'apparecchio di EVERLY consente solo una registrazione qualitativa dell'attività di insetti (fasi di attività), e inoltre, dato lo strumentario che vi è impiegato, ha una bassa sensibilità.

PARK (1935) per studiare l'attività notturna di insetti impiega un attografo formato da un leggero disco di alluminio in bilico su una punta centrale. Sotto al disco, alle estremità diametrali opposte, trovansi quattro punte verticali collegate con un circuito elettrico. L'animale è posto sul disco, e muovendosi ne provoca l'oscillazione che determina contatti con le punte sottostanti. Gli impulsi elettrici vengono registrati su carta affumicata mediante una penna comandata da elettromagneti.

Anche questo apparecchio consente solo una registrazione di fasi di attività senza dare la possibilità di esatta valutazione quantitativa della entità dei movimenti.

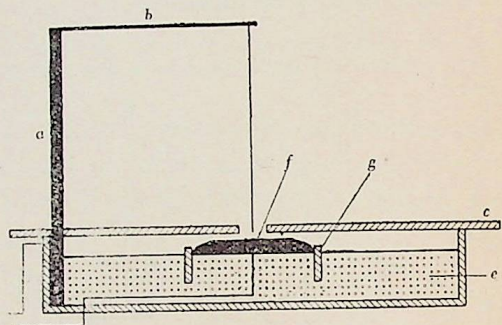


Fig. VII. — Attografo per insetti arrampicatori. b: braccio metallico flessibile sostenente il filo verticale che col peso dell'insetto arrampicatore tocca il mercurio in f, determinando il contatto elettrico (da BRIAN 1947).

YEAGER e SWAIN (1934) hanno costruito un apparecchio che essi chiamano « entomotografo »: questo consiste di una leggera ruota verticale sopra alla quale l'insetto viene legato in posizione da lasciargli toccare la ruota con le zampe. La ruota è tenuta in sito da un asse centrale su cui può parzialmente ruotare, ed i movimenti sono limitati dalla resistenza di due molle. I movimenti angolari impressi alla ruota dai tentativi deambulatori dell'insetto aggrappati, vengono registrati su un tamburo ruotante mediante una penna applicati alla ruota stessa (v. fig. XI, tav. I).

L'apparecchio non ha avuto grandi applicazioni. Il fatto che l'insetto deve essere legato, con tutte le conseguenze che tale costrizione provoca sull'attività animale, limita il valore dei dati ricavabili con questo apparecchio e la sua impiegabilità in studi sul comportamento.

Un tipo di attografo diverso dai precedenti è quello di BRIAN (1947) consistente in un filo metallico verticale sospeso e in collega-

mento con un reoforo: quando un insetto vi si arrampica il filo si abbassa e tocca il mercurio sottostante che è in relazione con l'altro reoforo; si determina così un impulso elettrico che viene trasmesso ad un elettromagnete il quale aziona una penna scrivente sulla carta affumicata del chimografo. Oltre alla solita limitazione di non poter dare una valutazione quantitativa dei movimenti dell'animale in esperimento, quest'apparecchio è impiegabile solo con particolari specie di insetti atte ad arrampicarsi su fili verticali, delle quali però non registra l'attività deambulatoria normale (v. fig. VII).

PETERSON (1947), nel suo accurato libro in cui raccoglie ed esemplifica chiaramente le apparecchiature usate o impiegabili in

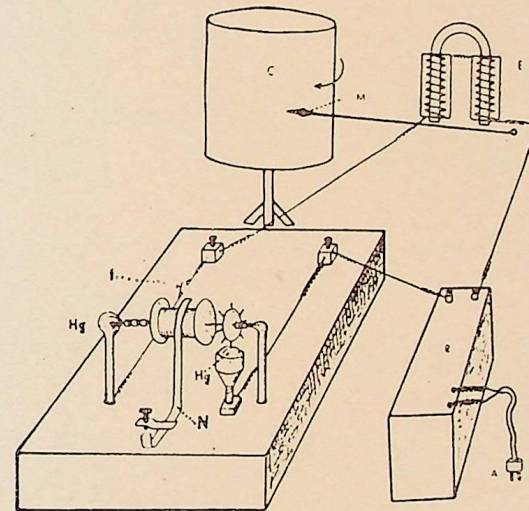


Fig. VIII. — Attografo GHIDINI. In N il sostegno fissatore dell'insetto al di sopra del tamburo orizzontale, al cui lato destro vi è la ruota metallica dentata per i contatti elettrici col mercurio sottostante ( da GHIDINI 1947).

entomologia, non fa cenno di attografi, il che conferma, in un certo senso, la scarsa diffusione di questa metodica.

GHIDINI (1947) con un apparecchio che è stato chiamato « attografo Ghidini », introduce praticamente in entomologia il metodo fisiologico dell'ergometro per il metabolismo nella marcia e nella corsa, con la differenza che mentre quest'apparecchio della fisiologia umana ha il cosiddetto « tapis roulant » messo in movimento meccanicamente, nell'attografo Ghidini è sostituito da un tamburo che vien fatto ruotare sull'asse orizzontale dai tentativi deambulatori dell'ani-

male in esperimento; questo è artificialmente legato e vincolato in posizione da poter toccare e far ruotare il tamburo con le zampe. In ciò l'attografo Ghidini ricorda l'entomotografo di Park, pur essendo diverso sia tecnicamente sia funzionalmente.

Gli impulsi elettrici determinati dai contatti di una ruota dentata applicata all'asse del tamburo, vengono trasmessi ad un elettromagnete che fa scattare una penna scrivente sulla carta affumicata di un chimografo (v. figg. VIII, IX). Per quanto quest'apparecchio presenti dei pregi, GHIDINI stesso lamentava il fatto di dover legare l'animale in esperimento con tutte le ovvie conseguenze che può avere tale pratica.

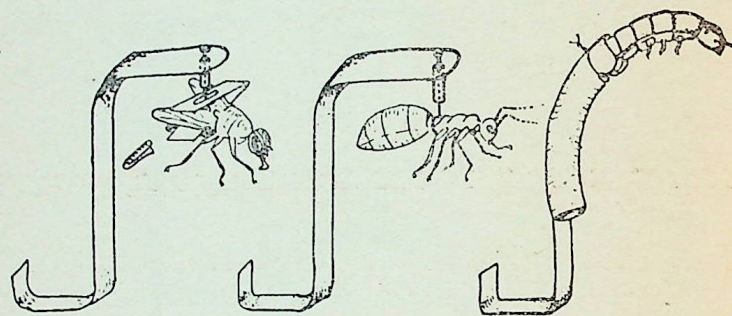


Fig. IX. — Sostegni per il fissaggio di vari insetti nell'attografo GHIDINI (v. in N nella fig. VIII) (da GHIDINI 1947).

In un successivo lavoro GHIDINI (1948) con una importante innovazione eliminò l'inconveniente lamentato: la variazione consistette nell'introdurre l'animale in un corto tamburo che vien fatto ruotare sul proprio asse orizzontale dai movimenti dell'animale in esperimento. Questo metodo, che sfrutta la tecnica della gabbia ruotante molto usata in fisiologia soprattutto con topi, cavie e scoiattoli, viene per la prima volta introdotto da GHIDINI in scala entomologica. L'Autore ha impiegato l'attografo a gabbia ruotante in particolari studi sull'azione di insetticidi, prevedendone più ampie possibilità d'impiego (v. fig. X).

\* \* \*

Sostanzialmente il complesso di apparecchi da me costruiti si basa sul principio dell'attografo a gabbia ruotante di Ghidini, con realizzazione tecnica molto diversa e con introduzione di modifiche e completamenti.

In questa apparecchiatura mi sono preoccupato di realizzare larghe possibilità di sfruttamento in molti rami della ricerca biologica, senza dover ricorrere a grandi adattamenti per ogni genere di sperimentazione. Dirò in seguito quali sono i campi di ricerca in cui è prevista l'applicazione. Ora faccio rilevare invece che il complesso è costituito da otto attografi uguali che possono funzionare sia indipendentemente, sia variamente raggruppati o tutti insieme. Nello schema fondamentale di costruzione dell'apparecchio sarebbe previsto l'impiego simultaneo degli otto attografi suddivisi in due gruppi:

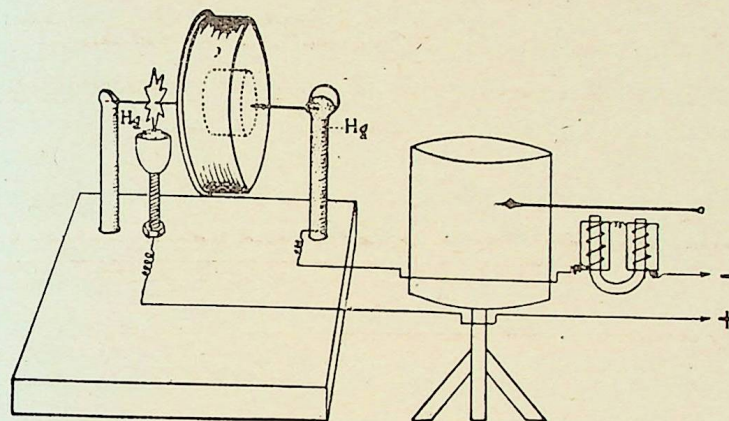


Fig. X. — Attografo a camera ruotante (da GHIDINI 1948).

4 apparecchi per la registrazione del comportamento di altrettanti insetti sotto intervento sperimentate e altri 4 per il controllo (vedi figg. XII-XIV, Tav. I-III).

I 4 apparecchi per gli interventi sperimentali sono alloggiati sotto una grande campana di vetro a tenuta pneumatica collegabile con le apparecchiature per le pressioni, gas, temperature, umidità, illuminazioni, ecc., mentre i 4 di controllo sono semplicemente protetti dallo schermo di vetro di campane minori e tenuti in condizioni di ambiente normali.

Il disporre di otto complessi registratori funzionanti simultaneamente offre il vantaggio di poter lavorare su altrettanti animali in condizioni rigorosamente uguali evitando così le possibilità di errore cui si incorrerebbe dovendo tenere singoli esperimenti o controlli in tempi successivi. Inoltre in tale modo si può giungere rapidamente a valori da statistica.

Il complesso di apparecchiature da me costruito è ulteriormente aumentabile ed eventualmente anche modificabile per particolari scopi, e ciò è reso più facile dalla standardizzazione dei pezzi e dalla facilità con la quale sono rapidamente sostituibili senza alterare il complesso.

Tralascio ora i dettagli tecnici differenziali fra il complesso da me realizzato e gli attografi precedenti; il confronto può essere fatto agevolmente con le figure riprodotte da varie pubblicazioni. Farò semplicemente notare che ho introdotta anche la registrazione numerica degli impulsi elettrici mediante contatori ad elettromagnete, il che consente di valutare con soddisfacente approssimazione anche la lunghezza del percorso effettivamente compiuto dall'animale in esperimento in tempi determinati (1). Inoltre dalla registrazione grafica ho eliminato la carta affumicata con tutti i suoi inconvenienti e difficoltà di manipolazione e conservazione, ottenendo la registrazione con penne scriventi ad inchiostro su carta bianca normalmente applicata al cilindro ruotante del chimografo.

#### DESCRIZIONE DELL'APPARECCHIATURA

Il complesso è costituito dalle seguenti parti fondamentali:

- 1) Camera ruotante con dispositivo per contatti elettrici.
- 2) Contatore elettromagnetico degli impulsi elettrici partenti dalla camera ruotante.
- 3) Penna scrivente comandata elettromagneticamente dagli impulsi elettrici partenti dalla camera ruotante.
- 4) Chimografo.
- 5) Ripartitore di corrente con appropriata tensione ai vari circuiti.

Ogni particolare tipo di sperimentazione ha poi il suo complesso di accessori, che verrà descritto a parte, a seconda delle condizioni sperimentali di cui si voglia studiare l'azione sugli insetti. Per ciascuna delle suddette parti fondamentali riporterò ora qualche annotazione tecnica allo scopo di rendere più facile la riproduzione dell'apparecchiatura.

(1) Conosciuto lo spazio in centimetri fra un contatto e l'altro sulla periferia del tamburo, basta moltiplicare questa distanza per il numero dei contatti e si avrà il percorso compiuto dall'animale camminando entro alla gabbia ruotante.

#### 1) - Camera ruotante con dispositivo per contatti elettrici.

a) La parte ruotante è costituita da una scatola cilindrica completa (coperchio e fondo) in materiale plastico incolore (1); le due parti della scatola si compenetrano parzialmente a leggera frizione.

Le due basi sono simmetricamente forate per gli scambi fra l'interno della camera e l'ambiente. Perifericamente all'esterno la scatola porta una serie di ponti in ferro, applicati con mastice di polistirolo, destinati a produrre i contatti elettrici col mercurio. I ponti sono appaiati, e indipendenti; le due punte di ognuno fanno il contatto coi rispettivi pozzetti di mercurio inviando l'impulso elettrico sui rispettivi circuiti del contatore e della penna, che funzionano con voltaggi differenti. Per ridurre gli attriti, i fori attraverso ai quali passa l'asse della camera ruotante sono più ampi del diametro dell'asse stesso, e perciò la camera ruota mentre l'asse rimane fermo. La camera ruotante all'interno ha la parete cilindrica smerigliata per permettere agli insetti di fare presa con le unghie, poichè se l'insetto scivola l'apparecchio non funziona.

L'asse della camera ruotante è semplicemente appoggiato sul castello di sostegno, e quindi la camera è istantaneamente prelevabile o sostituibile. La posizione dell'asse sul castello di sostegno è determinata da una intaccatura. Tutte le camere sono rigorosamente uguali e così pure ogni altro pezzo è standardizzato e quindi intercambiabile.

Le camere così costruite funzionano bene per insetti di media grossezza (ad es. *Blaps mucronata* Latr.). Per insetti di dimensioni minori le scatole sono alleggerite ritagliandole in modo da eliminare la maggior parte delle basi e della parete cilindrica che vengono sostituite con sottili lamine di rodoid. Così ridotte di peso possono funzionare anche con una operaia di *Formica rufa*.

b) Il castello di sostegno è fatto in lastra di plastica incolore, saldato con relativo mastice.

c) Il blocco coi reofori è in plastica trasparente e incolore.

(1) E' stata scartata la celluloida perchè alcuni tipi di celluloida anche per molti mesi dalla fabbricazione liberano canfora la cui azione è letale per gli insetti. Ho adottato la resina polistirolica dopo aver controllato che la permanenza su di essa in ambiente chiuso per giorni di seguito non ha rivelato azione su varie specie di insetti.

I quattro pozzetti col mercurio sono serviti a coppie dai rispettivi reofori collegati col ripartitore di corrente. La corrente viene immessa nel mercurio attraverso cilindri di metallo penetranti dai lati del blocchetto fino alla base dei pozzetti verticali ripieni di mercurio. Il mercurio sporge all'imbocco dei pozzetti con un menisco convesso nel quale vengono a pescare i ponti metallici della camera ruotante; ad ogni contatto passa l'impulso elettrico per la registrazione. I blocchetti sono semplicemente appoggiati sulla base del castello di sostegno: la loro posizione è facilmente correggibile e sono estraibili dal castello di sostegno che può essere istantaneamente levato e sostituito senza interrompere i collegamenti elettrici.

d) Il complesso del castello di sostegno portante il blocchetto coi reofori e la camera ruotante, è appoggiato con incastro a leggerissima frizione su una base in plastica trasparente ed incolora. A questa sono applicati altri piccoli blocchetti con pozzetti di mercurio per i contatti dei due circuiti elettrici.

Per tutto questo complesso è stato impiegato materiale in plastica trasparente ed incolora per eliminare il più possibile l'influenza di colori ed ombre sull'animale in esperimento e per poter controllare contemporaneamente da qualsiasi punto tutti i pezzi dell'apparecchiatura e gli animali in esperimento.

#### 2) - *Contatore elettromagnetico degli impulsi elettrici partenti dalla camera ruotante.*

Ho utilizzato piccoli contatori elettromagnetici con numerazione fino a 4 cifre. Ogni contatto che si determina quando i ponti della camera ruotante toccano il mercurio, viene registrato dal contatore con l'aumento di una unità.

Come ho già fatto rilevare essendo nota la distanza fra i ponti metallici della camera ruotante, dal numero di contatti si calcola il percorso effettuato dall'animale in esperimento.

#### 3) - *Penna scrivente.*

Trattasi di penna scrivente ad inchiostro, del tipo impiegato negli strumenti di registrazione meteorologica, collegata con un elettromagnete. Ad ogni contatto determinato dai ponti della camera ruotante, passa un impulso elettrico all'elettromagnete il cui funzionamento provoca uno scatto della penna che scrive sulla carta del chimografo.

#### 4) - *Chimografo.*

Si possono impiegare vari tipi di chimografo purchè con marcia regolare e con ampie possibilità di graduazione della velocità. Nel complesso da me allestito impiego un chimografo elettrico, con tamburo di trenta centimetri di altezza, e con 25 velocità di rotazione.

Un segnatempo automatico traccia sulla carta una linea intervallata a tempi determinati per la registrazione dei tempi dell'esperimento.

#### 5) - *Ripartitore di corrente.*

È costituito da due resistenze elettriche calcolate in modo che partendo dalla corrente continua di rete forniscono al circuito dei contatori e a quello delle penne la rispettiva tensione di funzionamento.

Se i contatori e le penne funzionano alla stessa tensione, l'impianto elettrico si semplifica essendo sufficiente un circuito comune.

\* \* \*

Su questo schema costruttivo di un singolo attografo ho basato la costruzione dell'insieme degli otto apparecchi: il complesso ora funzionante è illustrato nelle figure d'insieme qui riprodotte.

Il piano di lavoro che mi sono proposto di condurre con questa apparecchiatura, prevede l'impiego contemporaneo di tutti gli otto apparecchi distinti in due gruppi di quattro, adibendo un gruppo, come ho già detto, alla registrazione delle reazioni di quattro animali sotto esperimento e l'altro gruppo ad altrettanti controlli. Ciò mi ha portato necessariamente alla concentrazione di tutto il complesso nel minimo spazio consentito, allo scopo di avere ogni parte sotto diretto e facile controllo. Le fotografie mostrano chiaramente i raggruppamenti e la dislocazione delle apparecchiature la cui parte fondamentale è alloggiata su un tavolo di fronte allo sperimentatore: questi dalla posizione seduta ha a diretta portata di mano i gruppi delle camere ruotanti, il ripartitore di corrente, i contatori, l'insieme delle penne scriventi e chimografo, nonchè il quadro di distribuzione generale della corrente.

Per le anzidette necessità di controllo i contatori sono raggruppati in un apposito casellario; le 8 penne a comando elettromagne-

tico sono raggruppate in un blocco che permette la registrazione su una altezza di soli 15 centimetri ciò che consente di fare su una striscia di carta le registrazioni di due giri completi di chimografo senza la sostituzione del foglio.

\* \* \*

#### FUNZIONAMENTO E APPLICAZIONI DELL'APPARECCHIO

Quanto è stato detto finora dal punto di vista descrittivo, mette anche in evidenza il funzionamento dell'apparecchio.

L'animale che tende a camminare nell'interno della camera ruotante, ne provoca la rotazione determinando così i contatti elettrici i cui singoli impulsi vengono registrati numericamente dal contatore e graficamente con uno scatto della penna scrivente. Con i totali parziali o generali registrati dal contatore si calcolano i percorsi spaziali compiuti dall'insetto, mentre la registrazione grafica rivela la successione delle fasi cinetiche per tutto il tempo dell'esperimento.

Con il complesso di apparecchiature così allestite, si può studiare il comportamento cinetico normale degli insetti o le reazioni cinetiche di fronte alle condizioni sperimentali: si può prevedere l'impiego per lo studio delle reazioni cinetiche a condizioni di umidità; temperatura; composizione dell'atmosfera sperimentale (azione dei gas); olfattometria anche in relazione a odori di altri animali o di derrate alimentari; luci di varie lunghezze d'onda e con vari cicli di illuminazione; pressioni e depressioni; vibrazioni sonore e ultrasuono, anche con impiego di animali produttori di ultrasuoni per evidenziare l'eventuale ricettività degli insetti in esame; ionizzazione atmosferica; radioattività. Questi ed altri fattori sono naturalmente realizzabili singolarmente o variamente associati a seconda del tipo di sperimentazione.

Si potrà inoltre applicare questi apparecchi alla ricerca dell'azione di varie sostanze sugli insetti, prima di tutto per lo studio della biologia dell'animale in esperimento e secondariamente anche per le possibilità di applicazione pratica ad esempio al campo farmacologico e in entomologia economica in senso ampio.

Naturalmente un programma pur così succintamente annunciato è di una vastità tale da poter dare lavoro a schiere di ricercatori, ma l'averlo enunciato non significa necessariamente che io ed i miei

collaboratori ci si debba applicare o limitare ad indagini superficiali in tutti i campi senza scendere nella dovuta profondità. Dopo una esplorazione in qualcuno dei punti enunciati, il lavoro sarà spinto con la dovuta profondità di esame in quei campi che offriranno di volta in volta maggior interesse anche in relazione ad altri lavori di biologia che sto conducendo da anni.

Intanto posso dire che fra i primi campi di indagine che mi propongo di svolgere e che in parte ho già iniziato, vi è quello dell'azione dell'umidità, della pressione e depressione e di particolari prodotti chimici. Per questi tre campi di ricerca ho disposto una apposita metodica e la relativa apparecchiatura accessoria.

Lo studio della influenza dell'umidità è fra i più facili a realizzarsi a mezzo delle soluzioni saline di nota tensione di vapore, in presenza delle quali un ambiente limitato, com'è quello della campana di vetro sotto cui si trovano le camere ruotanti, raggiunge rapidamente l'equilibrio di saturazione igrica a quel grado che vien determinato dalla qualità e percentuale della soluzione salina. A questo proposito ho già avuto occasione di elencare le principali sostanze che si impiegano in queste ricerche in una nota con la quale descrissi una camera sperimentale per tassie di mia costruzione (PAVAN 1950).

Per lo studio dell'influenza delle depressioni sugli insetti ho allestito e messo in funzionamento un complesso che mediante una pompa aspirante a caduta d'acqua realizza sotto alla campana in qualche minuto una depressione corrispondente alla pressione atmosferica esistente a 10.000 metri d'altezza sul livello del mare, mentre con una pompa ad olio si realizzano rapidamente depressioni molto più spinte.

Presentandosi la necessità di ricambiare l'aria nella campana per le funzioni respiratorie degli animali in esperimento, e nello stesso tempo di stabilizzare la depressione a valori determinati, ho costruito una valvola a mercurio con la quale ottengo il doppio effetto di stabilizzare la depressione a qualsiasi livello, e di ricambiare l'atmosfera sotto la campana.

La valvola è composta da un tubo di vetro lungo un metro, con diametro interno di 25 millimetri. Nel tubo vi è mercurio per un'altezza di 80 centimetri. All'estremità superiore vi è un tappo di gomma forato in cui passa un corto tubo di vetro bifido con il ramo laterale collegato con un manometro a U, mentre nel ramo verticale passa un sottile tubo di vetro lungo 150 centimetri, trattenuto da



tappo a gomma, ma lasciato scorrevole per immergerne più o meno la parte inferiore del mercurio.

Il manometro è collegato con la campana dell'esperimento e quindi esso registra la pressione esistente nella campana. Quando il vuoto ha raggiunto una detensione tale da vincere la pressione della colonna di mercurio corrispondente al tratto di tubicino immersovi, attraverso a questo gorgoglia l'aria che penetra quindi nell'ambiente sotto depressione; questa diminuisce e l'aria cessa di gorgogliare per riprendere se la depressione aumenta. Con questo semplice sistema valvolare si ottiene una soddisfacente stabilizzazione della depressione a qualsiasi livello voluto, e nello stesso tempo l'aria dell'ambiente sperimentale è continuamente ricambiata. Mediante l'applicazione di tale apparecchiatura ho già compiuto interessanti osservazioni sul comportamento di *Blaps mucronata* Latr. di fronte a variazioni sperimentali di pressione.

Limitando però questa nota alla sola parte descrittiva dell'apparecchiatura mi riservo di riferire in future relazioni i dati ottenuti nella fase di ricerche sperimentali da poco avviate: di queste ne ho fatto semplicemente cenno per dimostrare che il complesso di apparecchi ha superato la fase di collaudo ed ha trovato i primi promettenti impieghi sperimentali.

Altre applicazioni oltre a quelle previste, e nuove modifiche e miglioramenti saranno possibili e di ciò si farà cenno caso per caso nelle future relazioni.

Ringrazio ora il Dr. G. RONCHETTI che mi ha efficacemente aiutato nella lunga fase di allestimento degli apparecchi.

BIBLIOGRAFIA

- BRIAN M. V., 1947 — *On the ecology of beetles of the genus Agriotes with special reference to A. obscurus.* — J. Animal Ecol., XVI, 2, pag. 210-224.
- CHAUVIN R., 1943 — *Deux appareils pour l'étude de l'activité des petits animaux.* — Bull. Soc. Zool. Fr., LXVIII, pg. 53-56.
- CHAUVIN R., 1944 — *L'effet de groupe et la régulation de l'activité sociale chez les Fourmis du genre Leptothorax étudiés au moyen du microactographe optique. I. La fourmière en hibernation.* — Bull. Biol. Fr. Belg. LXXVIII, 3-4, pg. 197-205.
- CHOPARD L., 1938 — *La biologie des Orthoptères.* — Ed. P. Lechevalier, Paris, pag. 1-541.
- D'AGUILLAR J., 1951 — *L'activité de déplacement des images d'Agriotes nuisibles<sup>1</sup> (col. Elateridae)* — IX Congr. Internat. d'Entom., Amsterdam 1951. (In stampa).
- EVERLY R. T., 1929 — *Preliminary experiments on the jumping reaction of Melanoplus differentialis Uhler.* — Ohio Journal Sc., XXIX, pg. 309-315.
- GHIDINI G. M., 1947 — *L'impiego degli «atogrammi» nel saggio biologico degli insetticidi.* — Bol. Ist. Entom. Univer. Bologna, XVI, pg. 279-290.
- GHIDINI G. M., 1948 — *Saggio biologico di insetticidi per contatto con il metodo degli atogrammi.* — Boll. Ist. Entom. Univ. Bologna, XVII, pg. 122-129.
- KALMUS H., 1948 — *Simple experiments with insects.* — W. Heinemann Ltd., London, pg. XII+132.
- LUTZ F. E., 1932 — *Experiments with Orthoptera concerning diurnal rhythm.* — Am. Mus. Nov., 550, 24 pg.
- PAVAN M., 1950 — *Ricerche sperimentali sul comportamento degli Artropodi. I° Apparecchio per lo studio delle tassie.* — Boll. Soc. Entom. It. LXXX, n. 3-4, pg. 27-32.
- PAVAN M., 1950 — *Ricerche sperimentali sul comportamento degli Artropodi. II°. Sulla igroreazione di insetti.* — Boll. Zool. Agr. e Bachicol. XVII, n. 1, pg. 1-22.
- PARK O., 1935 — *Studies in nocturnal ecology. III. Recording apparatus and further analysis of activity rhythms.* — Ecology, XVI, pg. 152 (citato da Chauvin).
- PETERSON A., 1947 — *A manual of entomological equipment and methods. Part I and II.* — Edwards Brother, Inc. Ann. Arbor, Michigan, plates 160, tavole e indici.
- SZYMANSKI J. S., 1932 — *Allgemeine methodik zur vergleichenden psychologie.* — Abderhalden's Handbuch, VI, pg. 1 (citato da Chauvin).

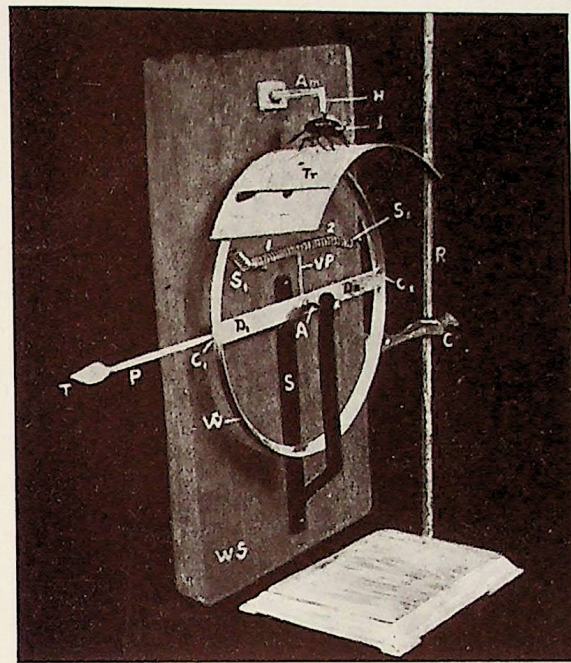
### SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAV. I — Fig. XI: L'entomotografo di YEAGER e SWAIN 1934. — Fig. XII: Camera ruotante in cui trovasi l'insetto, castelletto di sostegno e apparato per i contatti elettrici col mercurio, negli apparecchi dell'Autore.

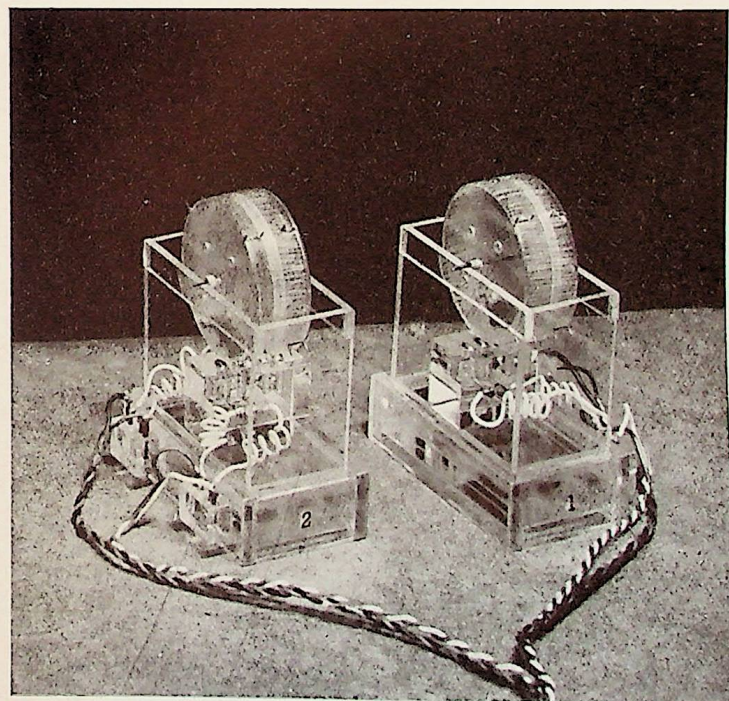
TAV. II — Fig. XIII: Complesso degli attografi dell'Autore..

1: campana pneumatica con quattro attografi per le condizioni sperimentali. — 2 e 3: due coppie di attografi di controllo. — 4: ripartitore di corrente per i circuiti dei contatori di contatti e delle penne elettromagnetiche. — 5: serie di otto contatori elettromagnetici per la registrazione numerica dei contatti determinati dalla rotazione delle camere ruotanti. — 6: tamburo del chimografo. — 7: segnatempo elettromagnetico automatico. — 8: batteria di otto penne elettromagnetiche ad inchiostro per la registrazione delle fasi di attività. — 9: quadro di comando della distribuzione di energia elettrica ai vari apparecchi.

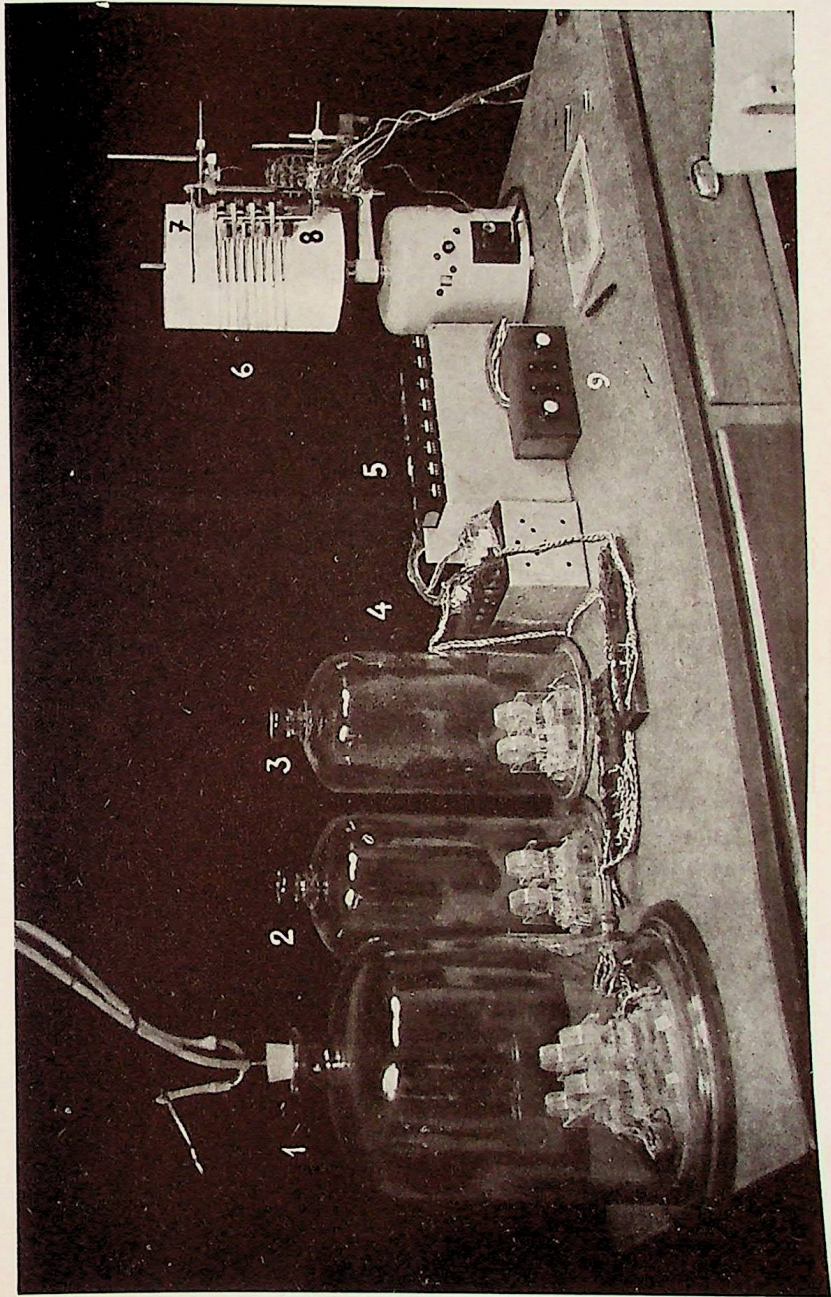
TAV. III — Fig. XIV: Complesso degli attografi dell'Autore. — Da 1 a 9: come nella Tavola II. 10: pompa da vuoto a caduta d'acqua per le depressioni nella campana pneumatica in 1. — 11: valvola per livellamento della depressione al grado voluto. — 12: manometro a mercurio per la registrazione della depressione in 1.



XI

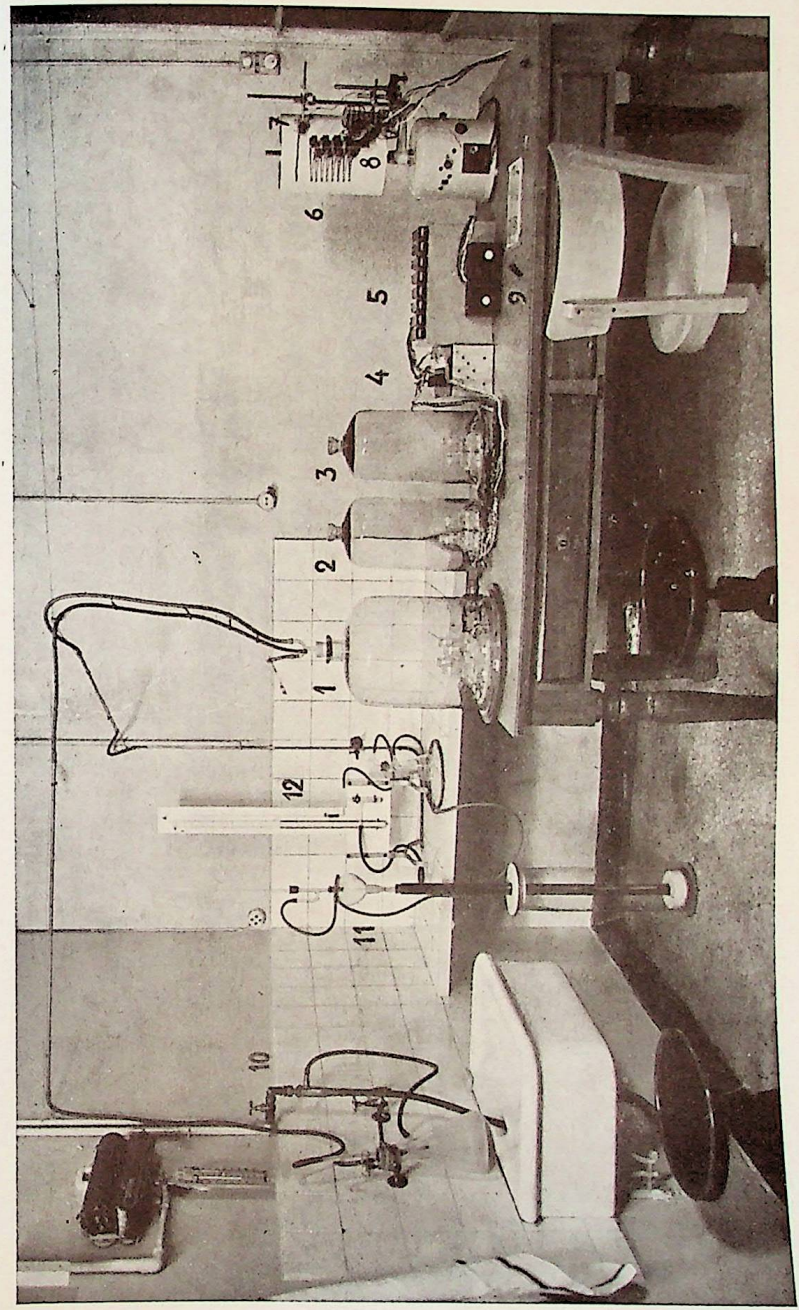


XII



XIII





XIV

